

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

<i>P. A. Startsev. On Chinese Calendar</i>	253
<i>V. I. Kozhanchikov. The principles of construction and action of the Maya Calendar</i>	335

MATERIALS AND DOCUMENTS

<i>Feofan Prokopovich. The Naturphilosophy or the Physics. The publication prepared by V. M. Nishik and M. D. Rogovich</i>	357
<i>O. Yu. Schmidt's letters to V. V. Radziewsky. The publication prepared by A. V. Artemyev</i>	369
<i>B. A. Bronshtén. Unpublished V. K. Tserasky's observation of silvery clouds</i>	385
<i>L. E. Maistrov. The forgotten M. V. Lomonosov's portrait</i>	391
<i>Name Index</i>	396

ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

В 1973 г. во всем мире было широко отмечено 500-летие со дня рождения Коперника. В XII выпуске «Историко-астрономических исследований» этой дате посвящено несколько статей. Ю. А. Белый (Николаев) много лет работает над изучением наследия великого ученого. Статья, представленная им, в довольно концентрированном виде излагает современные взгляды на учение Коперника, связь этого учения с развитием естествознания. Автор уточняет некоторые моменты в биографии Коперника.

С. Матулайтите (Вильнюс) на основании изучения архивных материалов рассказывает о том, как, начиная с XVII в., учение Коперника проникало в преподавание в Вильнюсском университете.

Л. С. Барановская (Москва) отмечает, что в монгольском трактате начала XVIII в. при решении сферического треугольника применяется способ Коперника.

Раздел статей различного содержания открывается работой В. П. Линника (Ленинград) о трудах Кеплера в области оптики. Эта работа была доложена в августе 1971 г. на Международном симпозиуме в Ленинграде, посвященном 400-летию со дня рождения Кеплера.

Н. Д. Беспамятных (Гродно) останавливается на лекциях по астрономии в Вильнюсской академии в первой половине XVII в.

Р. А. Симонов и В. К. Кузаков (Москва) известны своими исследованиями по истории естествознания в древней Руси. Здесь они рассматривают неизученные источники по астрономии — «семитысячники» и «Шестокрылы».

В Британском музее имеется русский рукописный учебник кораблевождения начала XVIII в. После детального

анализа текста и сопоставления его с другими работами того времени В. Райен (Великобритания) пришел к выводу, что этот учебник был написан Фарварсоном для Навигацкой школы в Москве.

О. В. Бобровникова и Л. Е. Майстров (Москва) установили первоначальный вид очень интересного паркового комплекса «Солнечные часы», находящегося в Тригорском парке Пушкинского заповедника.

Возникновению и развитию обсерваторий в предыдущих выпусках «Историко-астрономических исследований» отводилось достаточно внимания. Продолжает эту традицию обстоятельная и интересная статья Г. К. Горель (Николаев) о Николаевской обсерватории.

В центре внимания статьи Е. Я. Воробьевой (Волгоград) о космической дисперсии света находится работы А. А. Белопольского. В ней освещен ряд моментов из истории астрономии начала XX в.

В 1973 г. мировая научная общественность широко отмечала 1000-летний юбилей ал-Бируни. Б. А. Розенфельд (Москва) и З. Г. Джалалова (Ташкент) свои статьи приурочили этой дате, выделив из громадного наследия ал-Бируни и изучив некоторые вопросы, относящиеся к астрономии. Розенфельд рассматривает один из важнейших астрономических трудов ал-Бируни. Восточной астрономии в нашем выпуске посвящено еще несколько статей. А. К. Таги-Заде (Москва) и С. А. Бахабов (Ташкент) изучили многие разновидности широко распространенного астрономического прибора средневековья — астролябии. А. И. Володарский (Москва) рассказывает в своей статье о малопознанным вопросе — истории астрономии в древней Индии. И. А. Старцев (Москва) много лет изучает историю китайской астрономии; на русском языке еще не было такого подробного обзора разнообразных китайских календарей, какой представлен в его статье.

Хотя культуру майя изучают давно, до настоящего времени имеется еще много спорных и нерешенных вопросов в ее истории. В. И. Кожанчиков (Ленинград) предложил в результате кропотливого труда и расчетов свое объяснение устройства календаря майя. Редакция сочла возможным опубликовать его статью, хотя некоторые положения автора и могут вызвать возражения.

В разделе «Материалы и документы» публикуется работа Феофана Прокоповича (публикацию подготовили В. М. Ничик и М. Д. Рогович из Киева). А. В. Артемьев (Горький) подготовил к публикации очень интересные письма О. Ю. Шмидта, относящиеся к последним годам его жизни. В. А. Бронштэн (Москва) описывает приоритетные наблюдения серебристых облаков В. К. Цера-ского и документально подтверждает их. Л. Е. Майстров рассказывает о случайно им обнаруженном забытом портрете М. В. Ломоносова.

Статьи, помещенные в настоящем выпуске (как и в предыдущих), в какой-то мере отражают направленность и состояние исследований по истории астрономии в нашей стране.

Редколлегия «Историко-астрономических исследований» выражает глубокую признательность Б. А. Розенфельду, З. К. Соколовской, В. И. Абалакину и другим товарищам за рецензирование отдельных статей, А. К. Петренко — за выполнение ряда чертежей, помещенных в этом выпуске.

Л. Е. Майстров

FROM THE EDITORIAL BOARD

The 500th anniversary of Copernicus' birthday was widely celebrated, in 1973, all over the world. The 12th number of the «Istoriko-astronomicheskie Issledovaniya» (IAI) — «Studies on the History of Astronomy» contains some articles concerned with the event. Yu. A. Belyj (Nikolaev) have been studying the legacy of the great scholar for many years. His article gives a brief review of the contemporary views on the teaching of Copernicus and analyses the relationship between this teaching and the development of natural sciences. The author introduces some clarity in certain facts of Copernicus' life.

S. Matulaitite (Vilnius) describes in her article based on archival records how the theory of Copernicus influenced, since the 17th century, the teaching at the Vilnius university.

L. S. Baranovskaya's (Moscow) article deals with the Mongolian treatise of the early 18th century which employed the Copernican method for solving the spherical triangle.

The next section includes articles devoted to various problems. The first article in the section written by V. P. Linnik (Leningrad) is concerned with Kepler's works in optics. This paper was read by him, in August 1971, at the International Symposium in Leningrad devoted to the 400th anniversary of Kepler's birthday.

N. D. Bespamyatnykh (Grodno) analyses the lectures on astronomy delivered at the Vilnius Academy in the first half of the 17th century.

R. A. Simonov and V. K. Kuzakow (Moscow) are known for their research in the history of natural science in old

Russia. They analyse in their articles the unstudied sources on astronomy: «semitysyachnics» and «shestokryl».

The British Museum has a Russian hand-written textbook on navigation of the early 18th century. W. Ryan (Great Britain) has subjected the text to detailed analysis, compared it with other works of the time and came to the conclusion that the textbook had been written by H. Farquharson for the Navigation School in Moscow.

O. V. Bobrovnikova and L. E. Maistrov (Moscow) have reconstructed the original form of the very interesting park complex «Sundial» in the Trigor'skoe's garden of the Pushkin National Park.

The origin and development of observatories were extensively discussed in the previous numbers of the «Istoriko-astronomicheskie Issledovaniya». This number also includes, by tradition, a profound and interesting article by G. K. Gorel (Nikolaev) about this town's observatory.

E. Ya. Vorobyeva (Volgograd) concentrates the attention, in her article, on space dispersion of light as it was investigated by A. A. Belopolsky and elucidates many facts of the early-20th-century history of astronomy.

The scientific public celebrated in 1973 the thousandth anniversary of al-Biruni's birth. B. A. Rosenfeld (Moscow) and Z. G. Dzhalalova (Tashkent) have devoted their articles to the event. The authors have singled out some problems concerned with astronomy. B. A. Rosenfeld has analysed one of al-Biruni's works on astronomy. The Eastern astronomy has been considered in some other articles of the 12th number: A. K. Tagi-Zade (Moscow) and S. A. Vakhabov (Tashkent) have studied many kinds of astrolabes, a common astronomic device of the Middle Ages. The article by A. I. Volodarsky (Moscow) deals with the history of astronomy in the ancient India, the problem which has not been studied adequately as yet. P. A. Startsev (Moscow) has been for many years studying the history of Chinese astronomy: his article gives the most detailed review of various Chinese calendars ever published in Russia.

Though the Maya civilization has been studied for a long time, many problems of its history remain to be solved. V. I. Kozhanchikov (Leningrad) has given his interpretation of the Maya calendar which is the result of his

hard work and elaborate calculations. His article has been included in the number in spite of the fact that some of the author's propositions may meet mixed reception.

The section «Materials and Documents» contains the work by Feofan Prokopovich — the publication has been prepared by V. M. Nichik and M. D. Rogovich (Kiev). A. V. Artemyev (Corky) has prepared for publication very interesting letters by O. Yu. Schmidt written by him during the last years of his life. V. A. Bronshtén (Moscow) gives in his article a description of V. K. Tserasky's observations of silvery clouds and supplies documented evidence to the priority of these observations. L. E. Maistrov tells the reader of M. V. Lomonosow's portrait accidentally detected by his.

The articles published in this and previous numbers reflect, to some extent, the trends and state of research of the history of astronomy in our country.

The editorial board of the «Istoriko-astronomicheskie Issledovaniya» thanks B. A. Rosenfeld, Z. K. Sokolovskaya, V. N. Abalakin and others for their reviewing some articles, and A. K. Petrenko for making some drawings for the book.

L. E. Maistrov

НИКОЛАЙ КОПЕРНИК

к 500-летию
со дня рождения

КОПЕРНИК, КОПЕРНИКАНИЗМ И РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Ю. А. Белый

Лучшим судьей заслуг ученого перед наукой и перед человечеством является, безусловно, время; чем эти заслуги меньше, тем более толстым слоем пыли забвения покрываются они в течение лет и веков, но великие дела, удаляясь от нас, сквозь толщу веков сияют с возрастающей яркостью. И великие дела Коперника, его немеркнущие заслуги перед человечеством являются блестящим тому подтверждением; доставались ли кому иному почести, выпавшие на долю Коперника в год его 500-летнего юбилея?

И обращаясь снова и снова к той далекой эпохе, которая, по словам Энгельса, «нуждалась в титанах, и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености» [1], наш современник не перестает изумляться, как же могло случиться, что человек, который большую часть своей жизни провел в одном из самых глухих углов тогдашней Польши, смог совершить столь невероятный подвиг, «остановив Солнце и пустив в движение Землю».

500 лет в истории человечества — период немалый. Много воды утекло за это время, и вместе с ней капусти в Лету многие документы и рукописи, забыты передававшиеся из уст в уста рассказы очевидцев, вместо них откуда-то появились легенды, которые подчас не так просто отделить от фактов и событий, некогда действительно имевших место. И все же коперниковеды многих стран достигли больших успехов: белые пятна картины, отражающей его жизнь и дела, постепенно заменяются

четким рисунком твердо установленных фактов и убедительно доказанных предположений.

В настоящей работе предпринята попытка на фоне хорошо известных фактов из жизни и деятельности ученого особо отметить то новое в коперниковедении, которое вошло в обиход в течение нескольких последних лет. Многие из новых выводов принадлежат советским ученым, в частности И. Н. Веселовскому, А. А. Михайлову, В. П. Щеглову.

Можно считать твердо установленным, что будущий ученый родился в Торуни на Висле 19 февраля 1473 года. Его отец, польский купец из Кракова, поселился на северо-польских землях вскоре после изгнания оттуда в ходе тринадцатилетней войны крестоносцев Тевтонского ордена. Предки Коперника происходили из Силезии, где в нескольких километрах юго-западно г. Нисы расположено село, с давних времен называвшееся «Kopernik», «Kopirnik» или «Kortnik». Характерный славянский суффикс «nik» здесь присоединен к слову «koreg» или «kort», что по-польски, как и по-чешски, означает «укроп». Когда началась колонизация этих областей немцами, село в германизированной форме стало записываться «Korpernik» или «Körpernik»; так же в немецких документах иногда транскрибировалась и фамилия предков астронома, что иногда давало повод, впрочем, неубедительный, приписать предкам ученого немецкое происхождение.

Когда Николаю было всего 10 лет, отец умер во время эпидемии, весьма часто посещавшей тогда европейские города, и в течение нескольких лет мы не находим достоверных следов местопребывания опротивевшего подростка. Поскольку после смерти отца Коперник оказался на попечении брата матери — Лукаша Ваченроде, в то время каноника в главном городе польской области Куявии Влоцлавеке, это дает основание считать, что среднее образование Николай получил в этом городе, располагавшем одним из лучших средних учебных заведений тогдашней Польши, непосредственно готовившим кадры студентов для Краковского университета. Если это так, то учителем Николая мог быть известный астроном и астролог того времени Николай Водка, писавшийся по-латыни «Abstemius», т. е. «Трезвенник», воспитанник Краковского, а затем Болонского университета и одно время препода-

ватель последнего, а это значит, что уже в средней школе Николай Коперник при изучении математики и астрономии был обеспечен квалифицированным руководством. На южной стене влоцлавского собора до сих пор сохранились солнечные часы, изготовленные, по преданию, Водкой вместе с Коперником в 1490 г.

Предположение, что Николай Коперник учился во Влоцлавеке, весьма вероятно, но не подкреплено документально. По другим версиям Коперник получил среднее образование в Хелмно или в родной Торуни, но это малоубедительно. Дальнейшая же его учеба уже нашла отражение в достаточно большом количестве документов и свидетельств того времени. Во второй половине октября 1491 г. или немного позже Коперник начал учиться в Краковском университете, сохранилась запись в университетском матрикуле о внесении им платы за обучение.

Краковский университет к тому времени насчитывал уже свыше века с четвертью своего существования: он был основан еще в 1364 г. Более важным было то, что преподавание математических наук было издавна здесь поставлено лучше, чем во многих других европейских учебных заведениях того времени. Уже около 1405 г. в нем была учреждена математическая кафедра, в 1459 г. появляется кафедра астрологии, в которой сосредотачивались также знатоки математики и астрономии. Во времена Коперника преподаванием точных наук в Краковском университете занималось до 16 профессоров и преподавателей — штат по тем временам весьма многочисленный.

Известный коперниковед Л. А. Биркенмайер в результате тщательного исследования архивных материалов восстановил план преподавания точных наук в годы учения Коперника, а также фамилии преподавателей. Из этого перечня можно составить общее представление о сведениях, которыми могли располагать тогдашние выпускники университета и Коперник в том числе. (См. на стр. 18.)

Приводимый перечень, естественно, вряд ли уже в то время полностью обеспечивал потребности профессионального астронома, хотя, в частности, вычислительные методы во многих пособиях из числа упомянутых выше рассматривались довольно подробно. Нужно, однако,

Год	Имя преподавателя	Название предмета или учебного пособия, по которому велось преподавание
1491 (зимний семестр)	Войцех из Пнева	О сфере (по трактату Иоанна Сакробоско)
1492 (зимний семестр)	Варфоломей из Липниц	Геометрия (примерно в объеме I—III книг «Начал» Евклида)
1493 (летний семестр)	Шимон из Серпца	Теория планетных движений (по комментарию Войцеха Брудзевского)
1493 (летний семестр)	Бернард из Бискупово	Таблицы затмений
1493 (зимний семестр)	Марцин из Олькуша	«Calendarium» Иоанна Регiomонтана
1493 (зимний семестр)	Михал из Вроцлава	Таблицы решений
1494 (летний семестр)	Войцех из Шамотул	Астрологии
1494 (зимний семестр)	Войцех из Шамотул	«Четверокнижие» Птолемея

помнить, что профессиональных математиков и астрономов тогда не готовили ни в одном из учебных заведений Европы, а соответствующие сведения по этим наукам сообщались студентам всех основных тогдашних специальностей на подготовительных факультетах (факультетах искусств, как они назывались).

Важно, однако, другое. Уже в стенах Краковского университета Коперник не мог не ознакомиться с наиболее выдающимся явлением в истории средневековой философии — борьбой «номинализма» с «реализмом», оставившей в истории Ягеллонского университета весьма ощутимые следы.

Основным предметом спора между представителями обоих течений была, как известно, природа общих понятий, «универсалий». Реалисты утверждали, что универсалии существуют реально, независимо от человеческой мысли и речи, являясь прообразами, предшествующими

единичным вещам. Номиналисты, напротив, настаивали на реальности лишь единичных, индивидуальных вещей, считая универсалии простыми названиями, именами («Universalia sunt nomina»). Таким образом, предмет спора заключался в выяснении того, что чему предшествует: идеи вещам или объективно существующие вещи общим идеям, движется ли человеческое познание от ощущений к понятиям или, наоборот, от понятий к ощущениям вещей.

Следовательно, хотя многие участники этих споров за богословским схоластическим пустословием и не замечали всей философской глубины проблемы, в них можно видеть не только борьбу эмпиризма с рационализмом, но и начало размежевания двух противоположных философских тенденций — материализма и идеализма. «Конечно, — писал В. И. Ленин, — в борьбе средневековых номиналистов и реалистов есть аналогии с борьбой материалистов и идеалистов...» [2].

Характерным для учения номиналистов было стремление освободиться от догматически понимаемых и к тому же искаженных в целях обоснования и защиты католицизма положений философии Аристотеля. Если ограничиться физикой и космологией, то наиболее важной у номиналистов, в частности, у пользовавшихся большим влиянием в Кракове сторонников французской номиналистической школы Буридана, была систематическая критика учения Аристотеля о движении.

Так вырабатывалось критическое отношение к старым учениям. Но взамен обветшалых догм должны были появиться новые учения. Не все, конечно, делалось сразу, но краковские ученые в своих усилиях привести новое не были в числе последних. Вот выдержка из так называемого «Краковского комментария» неизвестного автора (1459 г.):

«Небу нет необходимости двигаться для получения чего-либо от Земли. Земле же необходимо двигаться, чтобы получить от неба кое-что, а именно — влияние. Поэтому более разумным кажется, чтобы двигалась Земля, а не небо, и чтобы покоилось небо, а не наоборот. Подтверждается так: движение получается вследствие нужды, следовательно то, у которого больше нужды, больше должно и двигаться, а Земля нуждается в большем, чем небо. В-третьих, покой благороднее, чем движение, так как он является концом

(целью) движения, следовательно, покой должен быть присущ более благородным телам, как небо, а движение — менее благородным, к числу которых принадлежит Земля. В четвертых, лучше объяснить явление при помощи меньшего предположения, чем большего. Отсюда ясно, что большее тело тяжелее двигать, чем малое; поэтому разумнее кажется, чтобы Земля, очень малая, двигалась бы быстрее всех, а высшая сфера покоилась, а не наоборот. Пятое — самое главное. Всякое простое тело должно иметь некоторое естественное движение, т. е. простое движение. Таким телом и является Земля, ибо она из простых тел... В шестых, Земля имеет сферическую форму. Сферическая же форма весьма способна к движению, и больше всего к круговому. Поэтому, если Земля фактически не движется, или движется только иногда, то ясно, что такая способность Земли к движению будет напрасной» [3].

Из осторожности комментатор прибавляет:

«Земля не движется круговым движением от востока к западу или, наоборот, суточным движением, как хотели сказать древние, ибо они говорили, что Земля движется, а небо покоится. Ибо при помощи движения Земли и покоя неба мы никак не можем объяснить противостояния и соединения планет и затмения Солнца и Луны». [4]

Как видим, в Кракове уже в середине XV в. высказывались, пусть робкие и наивные, соображения о возможности движения Земли. Вообще, хотя большинство профессоров тогдашних университетов вело преподавание непосредственно по трактатам классиков, в Кракове уже в те времена составляются собственные комментарии к сочинениям Аристотеля и других авторитетов. Уже около 1450 г. Марцин Круль, позже стоявший здесь во главе кафедры астрологии, написал трактат о геометрии, «*Opus de geometria*», в котором выделялись следующие разделы: альтиметрия (измерение высот), планиметрия, профундиметрия (измерение глубин) и стереометрия. Он же занялся составлением поправок к альфонсинским таблицам и работал над проектом усовершенствования юлианского календаря. Его ученик Петр Гассович составил «Золотые таблицы истинных и средних планетных движений». Воспитанник Краковского университета Марцин Былица из Олькуша, поддерживавший со своей *alma mater* тесные отношения, сотрудничал со знаменитым Региомонтаном в вопросах исправления ошибок в старых планетных таблицах и составил вместе с ним «*Tabulae directionum projectionumque*» («Таблицы направлений и удалений») —

книгу, которой Коперник позже пользовался в течение всей своей жизни.

Основными «астрономическими светилами» Кракова ко времени поступления туда Коперника были Ян из Глогова и его ученик Войцех (Альберт) из Брудзева (Брудзевский). Первый уточнил географические координаты Кракова, составил учебные пособия по различным разделам астрономии, в частности, написал введение к трактату о сфере Сакробоско, толкование астрономических таблиц для краковского меридиана, описание 48 созвездий, введение в космографию (география по Птолемею).

Гораздо более важной для астрономического и философского образования Коперника была деятельность Войцеха Брудзевского, хотя его роль в этом и завышается многими биографами Коперника.

Брудзевский родился в 1445 г., окончил Краковский университет; получив там же ученые степени, он работал в Кракове многие годы и с 1485 г. был деканом факультета искусств. Видный польский гуманист, Брудзевский был одним из основателей известного «*Litteraria Sodalitas Vistulana*» — «Надвислянского литературного общества». Разносторонние знания и эрудиция Брудзевского доставили ему широкую известность за пределами Польши. Один из его современников (Эстикампиан) пишет:

«Наш Брудзевский уже настолько глубоко владеет математическими науками, что своей мыслью обнимает все то, что и Евклид и Птолемей получили своим изобретательским умом, а вени, превышающие наше восприятие, он умеет таким образом изложить слушателям, что они становятся для них понятными яснее света, прямо как если бы они видели их своими глазами.»

Видный краковский астроном Мартин Бем из Олькуша говорил о Брудзевском: «Как астроном он превосходил в Польше всех других» и «Это был знаменитый математик».

Брудзевский был автором трактата «*Tubulae resolutae*» («Таблицы решений»), посвященного вычислению изменений положения небесных тел, а также астрономического учебника «*Commentaria utilissima in theoricis planetarum*» («Полезнейшие комментарии к теории планет»), изданного в Милане в 1495 г., и многих рукописных сочинений.

В Краковском университете Брудzewский читал арифметику, перспективу, теорию движения планет. Последняя излагалась им по Пейербаху, но с собственными комментариями. Комментарий Брудzewского скоро стал одним из основных руководств Коперника при изучении астрономии. В нем Брудzewский критикует эпициклы и эксцентры Птолемея, замечая:

«А существуют ли эксцентры действительно в планетных сферах — этого никто из смертных не знает; если не считать, что они [эксцентры], а также и эпициклы, стали известными благодаря откровению духов, то они возникли лишь в воображении математиков».

Известны и другие критические высказывания Брудzewского в адрес системы Птолемея. Влияние Брудzewского на воспитание у Коперника критического отношения к учению Птолемея могло бы быть весьма значительным, но...

Бытует повторяемый во многих биографиях Коперника рассказ о том, что Брудzewский, обратив внимание на талантливого студента Николая из Торуня, стал с ним дополнительно заниматься и даже доверительно сообщил ему свои сокровенные мысли о гелиоцентрической системе мира. По этой версии Коперник увлекся астрономией именно благодаря блестящим лекциям Брудzewского. Версия эта ведет свое начало от первого польского биографа Коперника Шимона Старовольского (1625). Увы, все это близко к легенде: в 1864 г. профессор Франтишек Карлинский, тогдашний директор астрономической обсерватории в Кракове, обратил внимание на то, что во время пребывания Коперника в Краковском университете Брудzewский уже не читал лекций по астрономии, а излагал учение Аристотеля со своими комментариями на богословском факультете, а затем выехал в Вильню, где был личным секретарем литовского великого князя Александра Ягеллончика. Там он и умер в 1497 г.

Но если Коперник и не был прямым воспитанником Брудzewского, он во всяком случае не мог не испытать его влияния, и притом весьма значительного. Ведь большинство преподавателей Коперника по университету были или прямыми учениками Брудzewского, или же, признавая его эрудицию и авторитет, использовали составлен-

ные последним комментарии. Высокий уровень преподавания математики и астрономии в Ягеллонском университете подчеркивался многими современниками.

Ученый юрибергский историк, врач и географ Гартман Шедель в своей известной «Хронике мира», составленной между 1480 и 1492 гг., описывая Краков, говорит, что здесь «...находится университет, известный вследствие большого количества славных и ученых мужей в нем, которые занимаются разными науками — красноречием, поэтикой, философией и физикой. Однако более всего расцветает в нем астрономия, и в этом отношении, как я знаю, нет более славной школы и во всей Германии» [5]. Профессор астрономии Тюбингенского университета, Иоганн Штёффлер, предшественник Мёстлина, учителя Кеплера, и составитель распространенных в то время эфемерид, писал: «Краков... славится свободными науками; главным образом математическими» [6]; несколько позже субканцлер Кельнского университета так отзывался о Краковском университете: «Он был основан для занятий разными науками; однако больше всего там процветают... математические науки и классическая литература» [7]. Даже Эней Сильвий Пикколомини, с 1458 г. папа Римский Пий II, в общем весьма не расположенный к Польше, писал, что в Кракове «расцветает школа свободных искусств, славная математической наукой» [8].

Примеры высокой оценки состояния преподавания математических наук в Кракове можно было бы продолжить. Они нужны нам для того, чтобы подчеркнуть роль Кракова в подготовке Коперника к его научной деятельности, обеспечившей столь выдающиеся результаты. Четыре года, проведенные Коперником в стенах Краковского университета, были для него, вне всякого сомнения, важнейшим периодом овладения знаниями, без которых его дальнейшая плодотворная научная деятельность вряд ли была бы возможна. Сам Коперник в связи с этим говорил так: «Me genuit Torunia, Cracovia me arte polivit» — «Меня породила Торунь, а Краков наукой украсил». Однако учеба Коперника в Кракове не дала ему ни докторского диплома, ни даже, насколько известно, степени магистра искусств, присваивавшейся после окончания философского факультета, т. е. факультета искусств.

По-видимому, во второй половине 1495 г. Коперник покидает Краков и появляется в Лидзбарке, резиденции епископа Вармии — полусветского, полусцерковного княжества на севере Польши, епископом которого в то время уже был ... Лукаш Ваченроде, дядя и опекун Николая. Дело, видимо, обстоит так: Лукаш решил, используя свое положение, закрепить за племянниками (у Коперника был еще учившийся вместе с ним брат Анджей) доходные должности каноников Вармийского капитула. Но если бы племянники получили ученые степени в Кракове, они лишились бы возможности продолжить образование за счет капитула за границей. Лукаш же, окончивший Болонский университет, получивший там степень доктора канонического права и даже преподававший там некоторое время, знал, насколько благотворной для молодого человека была бы такая учеба. И вот, воспользовавшись лазейкой капитульного устава, по которому каноник, не имевший ученой степени, мог получить для завершения образования трехлетний отпуск с сохранением пребенды (содержания), Лукаш решает предпринять смелый тактический ход: он отзывает племянников из Кракова до получения ими степени, и выставляет их кандидатуры на вакантные посты каноников.

Однако сначала комбинация Лукаша не удалась: существовало правило, по которому назначения на вакантные посты в определенные месяцы производилось епископом, а в другие — самим капитулом. Обе вакансии открылись в месяцы капитула, а тот поторопился заполнить их своими кандидатурами. Лукаш не стал ожидать новых вакансий и отправил племянников за свой счет на учебу в Италию.

Летом или, может быть, ранней осенью 1496 г. Коперник направляется в Италию, страну старейших в Европе ученых обществ и университетов, переживавшую в то время расцвет культуры, искусств и науки, но и... глубокий политический и военный кризис.

В отличие от многих стран Европы, в которых к концу XV в. в основном завершился процесс национально-государственного объединения, Италия, страна, в которой раньше других проявились важнейшие сдвиги в сфере производства, означавшие зарождение нового общест-

венного строя — капитализма, в то время уходила от перспектив централизации политической власти. Многочисленные города-государства Италии были конкурентами, соперничавшими на внешнем рынке, к тому же во многих из них республиканская форма правления в силу ряда причин сменялась режимом единоличной диктатуры; не утихавшая между соседними тиранами борьба вела к дальнейшему политическому ослаблению и возрастанию внешней угрозы: раздробленная Италия становилась легкой добычей для Испании и Франции, превратившихся к тому времени в сильные абсолютистские монархии. Как раз с 1494 г. в течение 65 лет в Италии велись кровопролитные войны.

В то же время другие факторы, в частности, новые возможности деятельности человека в условиях зарождения и развития капитализма, благоприятствовали проявлению духа предпринимательства, инициативы, ускорению темпа жизни. В новых условиях возросла роль человеческой личности, значение которой значительно больше, чем раньше, определялось живостью ума, сообразительностью, знаниями, энергией и предприимчивостью. Все это знаменовало собой наступление эпохи Возрождения, Ренессанса, по-итальянски «Rinascimento».

Среди разнообразных проявлений такого сложного и многогранного процесса, каким является итальянское Возрождение, важнейшее место, бесспорно, принадлежит идеологии, а идейным содержанием Возрождения был гуманизм. Яркой чертой гуманистического мировоззрения был культ человеческого разума и его способностей к познанию мира. В противовес церковному мировоззрению средневековья, приписавшему человеческую личность, возводившему в идеал аскетизм, умерщвление плоти, у гуманистов на первом месте была не вера, а разум, определяющий и направляющий действия человека. Гуманисты открыли простор умственным возможностям человека в познании как его внутреннего мира, так и окружающей действительности. Ученые-гуманисты считали важным условием для получения новых знаний опыт, что еще более подчеркивало творческие возможности человека в познании окружающего мира и самого себя и вело ко все большему отрыву науки от теологии и религии.

Совершенно естественным был огромный интерес, проявлявшийся гуманистами к культуре, искусству и науке Древней Греции и Древнего Рима, отличавшимся ярко выраженной светской направленностью, жизнеутверждающим характером идеологии, рационалистической окраской философии и особенно этики, а также свойственным не только искусству, но и науке эстетическим восприятием действительности. Возрождению античности и распространению идей гуманизма в Италии особо способствовали два обстоятельства: во-первых, ее территория в свое время была центром античной цивилизации, следы которой в разных формах и проявлениях продолжали сохраняться и вызывать интерес у окружающих, и таким образом в Италии античное влияние как бы совпадало с национальными традициями; во-вторых, после взятия Константинополя турками (1453 г.) и падения Византийской империи, во второй половине XV в. в Италию бежали многие византийские ученые и интеллектуалы. При их посредстве в стране возродился интерес к древнегреческому языку и произведениям, на нем написанным. Были выполнены переводы многочисленных античных классиков — писателей, поэтов, философов и ученых непосредственно с греческого на латинский, а также исправлены многие ранее выполненные переводы с языка-посредника — арабского. Огромную роль в распространении античного наследия и новых гуманистических взглядов сыграло быстрое развитие в Италии только что изобретенного книгопечатания.

Все эти обстоятельства способствовали превращению Италии в своеобразную «школу» гуманизма, в важнейший культурный и научный центр, пребывание в котором, хотя бы ненадолго, становится мечтой многих представителей передовой интеллигенции многих стран Европы, в том числе и Польши.

Мы не будем останавливаться на достижениях итальянской культуры, литературы и искусства тех времен. Напомним только несколько имен: архитектор Донато Браманте, универсалисты Леонардо да Винчи, Микельанджело Буонаротти, художники Рафаэль Санти, Джорджоне и Тициан, поэт Лодовико Ариосто. Все эти люди, известно и сейчас каждому образованному человеку,

жили и творили примерно в одно и то же время — время Коперника.

Не менее значительными были и успехи итальянских ученых. Еще в XII—XIII вв. итальянцы сыграли выдающуюся роль в переводе на латинский язык важнейших произведений античных ученых, одному лишь Герардо из Кремоны принадлежало несколько десятков переводов, среди которых были «Начала» и «Данные» Евклида, «Сферика» Феоdosия, произведения Менелая, «Альмагест» Птолемея и многие другие. Еще один перевод «Начал» был выполнен около 1260 г. Джованни Кампано из Новары близ Милана. Он лег позже в основу первого типографского издания этой важнейшей для математического образования книги. Кампано принадлежало и несколько собственных сочинений математического и астрономического содержания.

В Италии раньше, чем в других странах, возникли высшие учебные заведения, первое из них, в Салерно, начало функционировать не позже первой половины XI в. В 1119 г. был основан старейший в Европе (если не считать школы в Салерно) Болонский университет, за ним — университеты в Виченце, Арццо, Падуе и Неаполе. В 1303 г. была основана Римская Салионца (так назывался университет).

В Италии же, начиная с первой половины XV в., образуются первые в Европе объединения ученых и литераторов, называвшиеся академиями.

Первым самостоятельным математиком Западной Европы считался Леонардо Пизанского (Фибоначчи) (1180—1240). Его «Книга абака» сыграла важную роль в распространении сведений по арифметике и других математических знаний как в самой Италии, так и в других европейских странах. Хотя книгопечатание было изобретено и не в Италии, но первая отпечатанная типографским способом книга математического содержания — «Начала» Евклида — появилась в Италии (Венция, 1482). За этим изданием появились и другие: только в течение XVI в. «Начала» переиздавались 83 раза — в основном в Италии. Там же несколько позже издаются многочисленные переводы сочинений Архимеда, Птолемея, Аполлония, Паппа и других античных ученых. О таких итальянских

математиках, как современники Коперника Лука Пачоли и Шипионе дель Ферро, мы упомянем ниже.

Сказанное выше об Италии должно дать нам четкое представление о том, что после математической и астрономической подготовки в Кракове должен был бы получить Коперник в Италии для формирования своего мышления. Его пребывание в Италии начинается учебой в знаменитом, старейшем в Европе Боломском университете. Следует сразу же сказать, что этот университет пользовался огромной популярностью среди тянувшейся к знанию молодежи из всех стран Европы, среди которых поляки занимали далеко не самое последнее место. Здесь учились и работали и Николай Водка и дядя Коперника Лукаш Вачспроде, только в 1448—1471 гг. пятеро польских ученых — Марцин Круль, Войцех из Оватова, Марцин Былица, Якуб из Заселья и Ян де Басспе — занимали здесь кафедр астрономии и математики, а Ян Поляк одно время был даже ректором.

Коперник изучал в Болонье каноническое право. Но из множества знаменитостей, преподававших здесь, Коперник (как писал его ученик Ретик) вспоминал лишь одного — профессора астрономии Доменико Марини Новары (1454—1504). Среди астрономов того времени Новара бы известен проведенным им измерением угла наклона эклиптики к плоскости небесного экватора, величина которого получилась у него $23^{\circ}29'$ (по современным данным $23^{\circ}27'$), а также своей теорией перемещения полюсов Земли, основанной на ошибочном предположении (и неточных измерениях), что географическая широта многих мест средиземноморского побережья со времен Птолемея изменилась на 1° .

Многого в теоретическом отношении Коперник у Новары почерпнуть не мог. Однако, будучи по складу своего ума прежде всего астрономом-наблюдателем, Новара привлек и Коперника к наблюдениям, и одно из них, проведенное примерно через полгода после приезда Коперника в Болонью, должно было сыграть важную роль в формировании у него идей гелиоцентризма.

Это наблюдение было связано с проверкой правильности утверждения Птолемея, что Луна во время квадратур (т. е. посредине между полнолунием и новолунием,

когда видимая часть Луны составляет ее половину), должна находиться в два раза ближе к Земле, чем во время полнолуния и новолуния; при этом и видимый диаметр лунного диска должен был бы соответственно изменяться в размерах. Возможность проверки представилась вечером 9 марта 1497 г., когда лунный диск вблизи первой четверти покрыл яркую звезду Альдебаран (α Тельца). Это первое научное наблюдение Коперника показало, что расстояние от Земли до Луны остается примерно одинаковым, где бы она ни находилась. Несответствие теории Птолемея установленным фактам заставляло задуматься... В дальнейшем Коперник продолжал с Новарой совместные наблюдения Солнца, в течение 1497—1500 гг. занимался измерением угла наклона эклиптики и, судя по обнаруженным не так давно записям, с 9 января по 4 марта 1500 г. следил за соединением Сатурна с Луной.

Совместная работа с Новарой сыграла, несомненно, свою роль в дальнейшей деятельности Коперника. Следует, однако, отметить и еще одно: как раз во время пребывания Коперника в Болонье там вели преподавание два весьма заметных математика того времени. Один из них, Лука Пачоли (ок. 1445 — ок. 1515) был автором сочинения «Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalita», т. е. «Сумма [знаний] по арифметике, геометрии, отношениям и пропорциональности», изданного в Венеции в 1494 г., за два года до прибытия в Италию Коперника, и представлявшего собой энциклопедию математических знаний того времени, изложенных с использованием оригинальной символики. Второй, Шипионе (Сиппион) дель Ферро (1456—1526) первым решил в радикалах один из видов кубического уравнения $x^3 + ax = b$. Это было одно из самых выдающихся достижений европейской математики XVI в. и сыграло огромную роль в ее дальнейшем развитии. Вряд ли Коперник, так интересовавшийся математическими науками, обошел вниманием лекции этих ученых и их произведения. Тогда же, как свидетельствует первый биограф Коперника итальянец Бернардино Бальди [9], Коперник познакомился с видным ученым-универсалистом Павлом Миддельбургским (1455—1534), который сначала преподавал математику в Падуе, затем был астрономом и лейб-медиком

Герцога Урбинского, а с 1494 г. — епископом Фоссомброне. Позже он пригласит Коперника принять участие в работах по календарной реформе. Имеются также сведения, что Коперник был знаком с известным художником и гравером того времени Франческо Райболини (ок. 1450—1533) и даже брал у него уроки живописи, что позволило ему позже весьма искусно написать автопортрет. Он усердно изучал также греческий язык у знаменитого эллиниста Антонио Урсео.

Время, проведенное Коперником в Болонье, было, несомненно, весьма важным для формирования в нем ученого-астронома, но и там он не получил докторского диплома. Ранней весной 1500 г. мы видим Коперника в Риме, где он намеревался, по-видимому, пройти практику по церковному праву в папской курии, а также установить контакты с некоторыми учеными, работавшими в Риме. Осенью того же года (по другим источникам — ранней весной следующего) Коперник выступает с докладом в Римской Сapienце. У Ретика по этому поводу сказано следующее: «... В Риме Коперник около 1500 года от рождения Христова приблизительно двадцати семи лет от рождения как профессор математики делал доклад в присутствии большого количества ученых и в торжественном окружении великих мужей и деятелей этой отрасли науки...» [10]. Учитывая научные интересы Коперника, следует считать, что тема его доклада была скорее всего астрономической и, вероятно, отражала результаты его болонских наблюдений.

Астрономические наблюдения продолжались Коперником и в Риме. Так, им наблюдалось затмение Луны 6 ноября 1500 г., о чем упоминает он сам [11].

Весной 1501 г. Копернику вместе с братом пришлось покинуть Рим и Италию и возвратиться на родину, где к тому времени оба уже числились канониками Вармийского капитула, с тем, чтобы хлопотать о продлении отпуска для продолжения учебы. Отпуск был продлен, и в том же году Николай возвращается в Италию, но на этот раз в Падую — для изучения медицины. И здесь учение под руководством виднейших медиков того времени не завершилось дипломом, хотя позже за Николаем закрепится слава весьма опытного и искусного врача,

и здесь, видимо, много времени ушло на изучение предметов, не предусмотренных учебным планом. Важнейшим было ознакомление из первых рук с учениями падуанских



Николай Коперник в юности.

гуманистов, первым среди которых был знаменитый философ Пьетро Помпонаццо (1462—1524), учивший о вечности мира и смертности человеческой души, доказывавший,

что вера в загробную жизнь необходима правителям и священникам для воздействия на своих подданных, воздействий, более сильного, чем наказания и награды. Философы, по мнению Помпонаццо, не нуждаются в таких сказках, его идеал — мыслитель, живущий в трагическом противоречии с окружающей средой и открывающий свое философское мировоззрение лишь для немногих мудрецов, способных понять слово истины. И хотя в учении Помпонаццо слышен отзвук кризиса гуманизма, оно отражает условия жизни и деятельности, идеи которых так сильно возвышались над уровнем отживших свое, но освященных церковью канонических представлений. И не пришлось ли Копернику, решившемуся на опубликование своего революционного произведения лишь перед самой смертью, почти всю жизнь следовать идеям Помпонаццо?

Здесь же Коперник продолжал изучение древнегреческого языка, доводя его знание до совершенства. Состояние преподавания математических наук в Падуе было поставлено намного хуже, чем в Болонье и особенно в Кракове, но и здесь выделялись отдельные ученые, с которыми Коперник мог познакомиться. Здесь с перерывами работал астроном Франческо Капуано ди Манфредония, известный как издатель «Теоретической астрономии» Георга Пейербакха и автор комментария к ней, написанного под сильным влиянием идей Войцеха Брудзевского. Там же работал и известный философ, врач и астроном Джироламо Фракасторо (1483—1553), пытавшийся обновить систему Птолемея с помощью гомоцентрических сфер Евдокса Книдского. Позже, в 1536 г. Фракасторо издал в Венеции трактат «О движении небесных тел по принципам перипатетиков без эксцентров и эпициклов».

С целью формально завершить церковно-правовое образование, полученное в Болонье, в мае 1503 г. Коперник направляется в Феррару, где 31 мая защищает диплом доктора канонического права. Соответствующая запись в феррарских архивах была обнаружена только в конце XIX в., других сведений, подтверждавших этот факт, не сохранилось, но прозвище «доктор Николай» широко применялось по отношению к нему еще в годы его жизни.

Затем следует период жизни Коперника, о котором нам известно очень мало. Когда он возвратился из Италии в Польшу? Один из первых его биографов Гассенди утверждает, что Коперник возвратился в Польшу еще в 1502 г. и состоял некоторое время профессором Краковского университета. Другие, в том числе и советские авторы К. И. Баев [12] и Г. Ревзин [13], сообщают, что Коперник покинул Италию только в конце 1505 или в начале 1506 г. Тщательно поиски позволили обнаружить документы, свидетельствующие, что уже 1 января 1504 г. Коперник в свите епископа Ваченроде присутствует на заседании сеймика в Мальборке, с 18 по 20 января посещает Эльблонг, а весной того же года опять вместе с Ваченроде сопровождает короля Александра в его поездке по Польше [14]. Из всего этого однозначно следует: Коперник возвратился в Польшу не позже конца 1503 г. Однако о его местонахождении с момента возвращения до начала 1507 г., когда Вармийский капитул официально разрешил ему выполнять обязанности личного секретаря и врача при епископе Ваченроде, точных данных нет. По-видимому, он стал выполнять эти обязанности задолго до соответствующего решения капитула и проживал эти годы в резиденции епископа — городе Лидзбарке. О том, что уже в эти годы его астрономические познания пользовались признанием окружающих, косвенно свидетельствует следующий факт.

В середине XVIII в. некий библиофил, просматривая неиспользуемые фонды Дрезденской публичной библиотеки, обратил внимание на малоприметную латинскую брошюру, название которой в переводе гласило: «Нравственные, сельские и любовные письма схоластика Теофилакта Симокатты в латинском переводе Николая Коперника в Кракове, в типографии Ионна Галлера в год спасения нашего 1509». Имя Коперника было в то время уже достаточно известно для того, чтобы эта брошюра вызвала соответствующий интерес. У нас нет здесь возможности останавливаться на ее содержании, заметим только, что это был первый перевод с греческого на латинский, изданный в Польше (первая книга на польском языке появилась лишь несколько лет спустя), а своим предисловием к переводу, да и самим его изданием Коперник опреде-

ленно заявил себя гуманистом. Тексту перевода предшествует еще обширное, в 116 стихов, латинское стихотворение Лаврентия Корвина, одного из преподавателей Коперника по Краковскому университету и его друга. Здесь, между другим, прославляется мудрость Лукаша Ваченроде, которому Коперник посвящает свой перевод, а далее следуют строки:

«С ним муж ученый стоит, как первый Ахат при Эссе,
Греческий труд перевел он на латинский язык,
Быстрый бег Луны, переменные брата движения,
Также вращение сфер, звездный восход и заход.
Чудное дело Творца и скрытые мира причины
Может он объяснить с помощью дивных начал».

Место это очень примечательно. Многим исследователям творчества Коперника оно давало повод прийти к выводу, что к моменту опубликования «Писем» Коперник уже владел новыми астрономическими идеями, основанными на гелиоцентризме, и не делал из этого секрета. Так, К. М. Баев по этому поводу пишет:

«Последняя фраза позволяет думать, что Лаврентию Корвину были известны, по крайней мере в общих чертах, идеи Коперника. Если это так, то мы должны заключить, что уже в 1509 году Коперник не только овладел своими новыми идеями, но и был уже в состоянии понудить излагать свою теорию. Кроме того, из этого следует, что Коперник уже не скрывал своих взглядов».

Таким образом, уже в 1509 году Коперник был известен, правда, очень небольшому кругу лиц, как смелый реформатор астрономии. Но, вероятно, об этом знали весьма немногие» [15].

Увы, приведенные стихи оснований для такого утверждения не дают. Совершенно ясно, что из названных здесь астрономических объектов речь идет о Луне, планетах и звездах. Но что могло означать выражение «брат Луны»? Если это в самом деле Земля, то возможны далеко идущие выводы: тогда «брата движения» (в оригинале «*meatus fratris*») следует понимать как движения Земли, иными словами, Корвин был посвящен в то, что его друг «сдвинул Землю», а следовательно, и «остановил Солнце»? К сожалению, простейший филологический анализ опровергает эту гипотезу: *Terra* (Земля) по-латыни жепекого рода (как и *Luna* — Луна) и уже поэтому братом Луно служить не может. А вот *Sol* (Солнце) — по-латыни муж-

ского рода, оно и является «братом Луны», что соответствует довольно распространенной в то время поэтической формуле. Это соответствует и античной мифологии, где Аполлон — Солнце, а его сестра Диана — Луна, и, наконец, объясняет выражение «*alterni meatus*» — попеременные извилистые движения, движения Солнца по эклиптике то выше, то ниже экватора. Никаких упоминаний о движении Земли здесь еще нет, однако выдающиеся астрономические познания автора перевода особо подчеркиваются. Этот анализ выполнен проф. И. Н. Веселовским.

Таким образом, стихотворение Корвина не дает нам ответа на чрезвычайно важный вопрос: когда Коперник вплотную подошел к разработке своего гелиоцентрического учения. Максимум сведений, которые он мог почерпнуть из учений своих предшественников, сводился к тому, что Земля, возможно, вращается вокруг своей оси, но и этого с определенностью утверждать было нельзя; в астрономии того времени не различалось вращение тела вокруг оси и движение точки по окружности — и то и другое рассматривалось недифференцированно, как круговое движение. А как раз установление различия между этими двумя видами движений было очень важным шагом на пути к новой теории. И именно Коперник был тем, кто этот шаг сделал, причем никто ни до него, ни в ближайшее время после него ни в Польше, ни в какой-либо другой стране об этом и не помышлял.

В обращении к папе Павлу III, которым начинается гениальное произведение Коперника «О вращении небесных сфер», Коперник в 1542 г. пишет, что он позволил увидеть свет этой книге только после того, как она «...скрывалась у меня не только до девятого года, но даже до четвертого десятилетия» [16]. В свое время Гораций советовал начинающим авторам держать свои книги под спудом девять лет («*nonni prematur in annum*»). Коперник дает здесь понять, что его труд «вылеживался» значительно более установленного Горацием срока. Но сколько? Если предлог «*in*» переводить с разными значениями, можно получить «в девятом году», «через девять лет» или даже «до девятого года» и нюансы будут не очень значительны. Но вот смысл тех же выражений для четырех

девятилетний может дать разницу до девяти лет. В этом случае, если понимать заявление Коперника буквально, его работа выдерживала испытание временем, начиная со времени между 1506 (1542— 4×9) и 1515 г. Следует, однако, отметить, что указанный Коперником термин нельзя рассматривать в буквальном смысле слова, он был дан явно для «круглого счета»; притом речь может здесь идти, конечно, о времени оформления идеи, а не оформлении рукописи.

Представляется, что за начало работы Коперника над книгой следует принять скорее 1515, чем 1506 год, и вот почему: текст «Вращений» свидетельствует о том, что Коперник очень хорошо знал текст Птолемея «Альмагеста» и при написании своего труда постоянно имел «Альмагест» перед собой. Но полный текст «Альмагеста» в латинском переводе Герардо Кремонского был издан только в 1515 г. в Венеции. Поэтому маловероятно, чтобы к оформлению своего труда Коперник приступил раньше этого срока. Но за разработку своей теории он принялся, действительно, раньше. Чуть позже мы еще вернемся к этому вопросу.

Выполнение обязанностей секретаря и врача Вацехроде автоматически прервалось скоростной смертью последнего в конце марта 1512 г. Но еще до этого, в ноябре 1510 г. Коперник стал выполнять довольно хлопотливую административную должность канцлера капитула, что заставляло его большую часть времени проводить в местонахождении капитула в крохотном городке Фромборке на берегу Вислинского залива Балтийского моря, т. е. в одной из самых удаленных точек польского государства. Здесь Копернику предстояло провести свыше тридцати лет жизни, выполняя огромную работу по революционному преобразованию астрономии; здесь же настигла его смерть.

В Фромборке Коперник оборудует себе место для астрономических наблюдений. Считалось, что оно было устроено в «башне Коперника» (рис. 1) — одной из сторожевых башен крепостной стены, ограждавшей фромборкский собор от нападений неприятеля (в течение длительного времени это был расположенный на соседних землях Тевтонский орден крестоносцев). Однако более поздние



Рис. 1. «Башня Коперника».

исследования показали, что из этой башни и с небольшой площадки на стене, расположенной перед башней, многие наблюдения Коперника не могли быть выполнены, во-первых, потому, что по размерам были недостаточны для размещения употреблявшихся Коперником инстру-

ментов, а во-вторых, вследствие недостаточного обзора. Так, было установлено, что с этого места Коперник не мог произвести измерения параллаксов Луны, чем он занимался 27 сентября 1523 г. и 7 января 1524 г., так как обзор закрывала деревянная звонница, сооруженная на ближней восьмиугольной башне еще в 1448 г. По

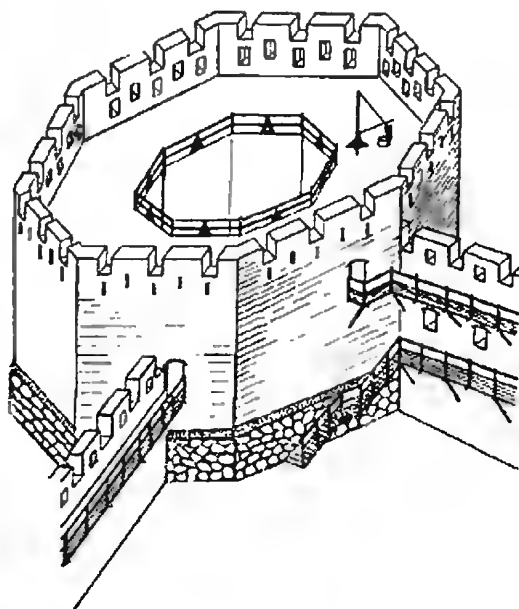


Рис. 2. Восьмиугольная башня.

последней гипотезе, по крайней мере часть своих наблюдений Коперник производил с площадки, расположенной в верхней части именно этой восьмиугольной башни (рис. 2), на которой возвышалась звонница. Там оставалось достаточно места для установки инструментов, площадка была окружена каменной оградой, защищавшей наблюдателя от ветра, с нее обеспечивался хороший обзор южной части неба. К тому же на эту юго-западную башню, называвшуюся октогоном, можно было пройти из «башни Коперника» непосредственно по верхнему обрезу стены.

До нашего времени сохранились сведения о 63 из произведенных Коперником наблюдений: из них 51 было выполнено в Вармии, в основном в Фромборке, 9 — в Италии и 3 — в Кракове. Из этих наблюдений на долю Солнца приходилось 15, на долю Луны — 12, планет (Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна) — 29, на определение географической широты — 3, на долю звезд — 3 и комет — 1.

Следует сказать несколько слов об астрономических инструментах, применявшихся Коперником при наблюдениях. К тому времени инструментальная техника в астрономии ушла ненамного вперед по сравнению с временами Птолемея. До изобретения телескопа оставалось еще несколько десятков лет, не было еще и лучших для дотелескопической астрономии инструментов Тихо Браге, с помощью которых точность астрономических наблюдений могла быть доведена до 1—2 минут дуги. Копернику пришлось ограничиться очень простыми инструментами, обеспечивающими получение довольно грубых значений измеряемых величин.

Наиболее известным среди них был трикветрум, параллактический инструмент — именно с ним изображен Коперник на известной картине Яна Матейки. Этот прибор состоял из стойки с отвесом, к которой на шарнирах прикреплялись две линейки; соединенные концами, эти линейки вместе с отрезком стойки образовывали равнобедренный треугольник. Конец одной из линеек, снабженный диоптрами, мог скользить вдоль второй, на которой были нанесены деления, равные тысячным долям расстояния между точками крепления линеек на стойке. У Коперника на этой линейке было нанесено 1414 ($\approx 1000 \sqrt{2}$) делений. Инструмент был изготовлен Коперником собственноручно и отличался от обычных большей длиной одной из линеек. С помощью этого прибора определялись вертикальные расстояния светил. Для проведения своих наблюдений Коперник применял также армиллу, или армиллярную сферу, с помощью которой издавна определялись координаты небесных светил. Армилла состояла из нескольких металлических или деревянных колец с делениями, снабженных диоптрами и могущих поворачиваться вокруг общего центра. Польский художник

Марцин Шанцер изобразил Коперника за работой с этим инструментом.

Для определения угла наклона эклиптики Коперник употреблял «гороскопий» — особые солнечные часы, разновидность квадранта.



Николай Коперник за наблюдениями небесных светил
(с картины Я. Матейки, 1873).

Недавно была раскрыта тайна еще одного астрономического прибора, применявшегося Коперником. На стене одной из галерей Олыштынского замка, в котором Коперник некоторое время жил и работал, сохранился большой чертеж (705 × 140 см), в котором до недавнего времени видели вертикальные солнечные часы. Однако последние исследования польских историков астрономии показали, что это — остатки своеобразного прибора для определения точного времени наступления моментов весеннего и осеннего равноденствий, что чрезвычайно интересно для Коперника в связи с начатыми им еще в

1515—1516 гг. исследованиями по определению точного значения продолжительности тропического года. Этот прибор, так называемая «Таблица наблюдений Солнца» (рис. 3) был изготовлен Коперником, вероятно, весной



Николай Коперник наблюдает с помощью армиллы
(с картины М. Шанцера).

1517 г. Была заново оштукатурена и тщательно выровнена часть стены галереи. Затем был проведен отрезок прямой под углом примерно в 20° к горизонту с надписью «equinoctium», т. е. «равноденствие», а затем по обе стороны от прямой 17 гиперболических дуг, с виду почти не

отличающихся от прямых. Гиперболы были затем наведены красной краской, а прямая — голубой. Красные линии были обозначены цифрами от 5 до 30 с шагом 5, затем счет слова начинался с 5. Эти деления могли означать или дни месяца или градусы долготы Солнца в пределах одного знака зодиака, что практически почти

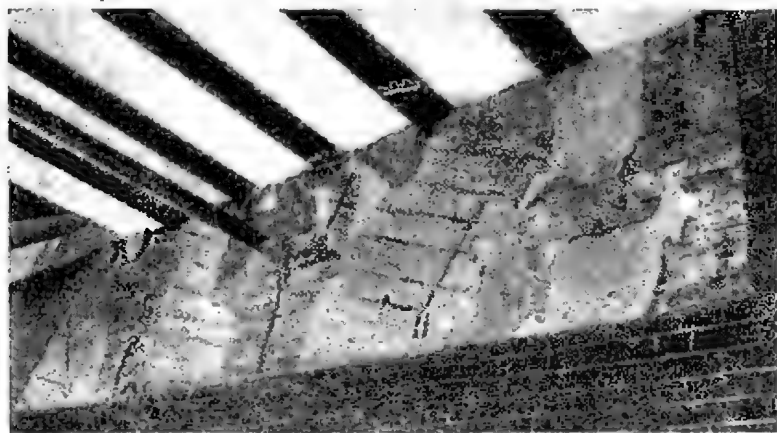


Рис. 3 «Таблица наблюдений Солнца».

одно и то же. Таким образом, здесь Коперник применил идею, утвердившуюся в гномонике веком позже при конструировании рефлексивных солнечных часов.

Метод наблюдения при помощи этого прибора может быть без труда реконструирован. В деревянной раме оной закреплялось еще зеркальце. Когда в том или ином месте астрономической таблицы перед равноденствиями или после них показывалось отражение солнечного луча от зеркальца, Коперник, отметив его на таблице, мог определить при помощи графической интерполяции, сколько времени осталось до или прошло после момента равноденствия. Среднее арифметическое из данных нескольких или даже нескольких десятков наблюдений позволяло вычислить средний момент равноденствия и определить продолжительность тропического года точнее, чем это было сделано древними астрономами. Тот же результат

достигался Коперником в Фромборке с помощью квадрата.

Поскольку год юлианского календаря, принятого христианской церковью в 325 г., на 11 минут 14 секунд больше истинного тропического года, действительное время весеннего равноденствия перестало совпадать с календарным, и в связи с этим празднование пасхи постепенно отодвигалось на все более позднее время. Попытки исправить календарь предпринимались с первой четверти XIV в. В 1514 г. на Латеранском соборе была создана специальная комиссия по календарной реформе под руководством уже упоминавшегося Павла Миддельбургского. Коперник в работе комиссии непосредственного участия не принимал, но, по-видимому, его мнение по вопросу реформы календаря запрашивалось. Во всяком случае Павел Миддельбургский, знавший Коперника еще по Италии и, вероятно, имевший сведения о его интенсивных занятиях астрономией от вармийского каноника Бернарда Скултети, во втором докладе своей комиссии, относящемся к 1516 г., называет в числе экспертов и Николая Коперника; этот факт свидетельствует о его высоком авторитете уже в то время, несмотря на то, что жил он и работал вдали от европейских научных центров. Вопрос о реформе календаря остался тогда, как известно, нерешенным, вследствие его преждевременности, о чем сам Коперник говорил в 1542 г. так:

«Не так далеко ушло то время, когда при Льве X на Латеранском соборе обсуждался вопрос об исправлении церковного календаря. Он остался тогда нерешенным только по той причине, что не имелось достаточно хороших определений продолжительности года и месяца и движения Солнца и Луны (выделено нами. — Авт.) С этого времени и начал заниматься более точными их наблюдениями, побуждаемый к тому славнейшим мужем Павлом, епископом Семпратийским, который в то время руководил этим делом» [17].

Проведя цикл наблюдений с помощью уже упомянутых приборов, Коперник мог приняться не только за определение уточненной величины тропического года, но и за определение характера перемещения точки весеннего равноденствия. Кроме того, он пришел к убеждению, что «более правильно будет определять одинако-

вость (т. е. среднюю величину. — *Авт.*) солнечного года относительно сферы неподвижных звезд...» и «не должно в этом вопросе следовать Птолемею, который считал нелепым и неподходящим определять годовое равномерное движение Солнца по возвращению к какой-нибудь из неподвижных звезд, думая, что это будет не более подходящим, как если бы кто-нибудь предположил делать так по отношению к Юпитеру или Сатурну» [18].

Но еще в стенах Краковского университета Коперник усвоил, что всякое «движение требует чего-то, что находится в покое» [19], т. е. системы отсчета, как сейчас говорят. Такой неподвижной системой отсчета Коперник стал считать совокупность неподвижных звезд. Теперь не нужно было думать о трепидации и придумывать движение восьмой сферы.

Исходя из этих соображений, Коперник построил каталог неподвижных звезд, положение которых рассчитывалось по эклиптическим координатам — долготы и широты, причем положение звезды по долготе определялось дугой, отсчитываемой от большого круга, проходящего через полюсы эклиптики и звезду, появляющуюся первой в созвездии Овна (современная γ Arietis). В этом заключалась существенная разница между каталогом Коперника и звездным каталогом Птолемея, который давал долготы и широты звезд для первого года правления императора Антония Пия (138 г. н. э.), указывая, что широта остается постоянной, а долготу необходимо увеличивать на длину дуги, соответствующей приращению в 1 градус за 100 лет. Суточное движение неба заменялось теперь суточным вращением Земли вокруг оси, проходящей через северный и южный полюсы.

Но утверждение, что Земля вращается вокруг оси, находясь в центре мира (а Солнце обращается вокруг нее по эклиптике), не было, вообще говоря, новым, оно выдвигалось еще пифагорейцем Филолаем и Гераклидом Понтийским, обсуждалось и в Краковском университете. Оно имело существенные недостатки: при этом плоскость, проходящая через экватор Земли, должна сохранять неизменное положение в пространстве; следовательно, точка ее пересечения с эклиптикой, а также получающийся при этом угол должны быть неподвижными; иными

словами, прецессионное движение точки весеннего равнодействия не должно было бы иметь места. Но если оно все же существует, то его можно объяснить только движением небесного экватора, а отсюда следовало, что Земля не может быть неподвижной. Кроме того, Копернику было известно, что объем Солнца гораздо больше объема Земли, следовательно, предположению о вращении большего тела вокруг меньшего было гораздо менее вероятным, или допустимым, чем обратное. Напрашивалось предположение, что не Солнце вращается вокруг Земли, а Земля вращается вокруг Солнца, но это требовало объяснения причин смены времен года.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что проблема календарной реформы, несомненно, сыграла свою роль в формировании научных интересов Коперника, более того, поиски ответов на вопросы, возникавшие при ее рассмотрении, привели в конце концов Коперника к важнейшим выводам его теории.

Сама же календарная реформа была произведена лишь после того, как были опубликованы астрономические таблицы Эразма Рейнгольда, составленные с учетом теории Коперника, в которых продолжительность года принималась равной 365 суткам, 5 часам 49 минутам, 16 секундам, превышая истинную величину тропического года всего на 30 секунд.

Впервые основные положения новой теории были изложены Коперником в небольшом сочинении, копия которого была впервые обнаружена лишь в 1877 г. в Вене, вторая — в 1881 г. в Стокгольме, недавно обнаружена еще одна копия в Англии. Стокгольмский вариант рукописи, наиболее полный, носил название: «*Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium a se Commentariolus*» (рис. 4). На русском языке эту небольшую рукопись в 12 страниц текста принято называть «Малым комментарием» [20].

Известный коперниколовед Л. А. Биркенмайер показал, что рукопись не могла быть написана позже 1515—1516 гг., но не смог привязать ее к более точной дате. Между тем определенные указания, облегчающие датировку, содержатся в самом материале. На это впервые обратил внимание И. Н. Веселовский. Вот его рассуждения:

Nicolai Copernici

de Hypothesibus motuum caelestium
à se causis tributus

commentarius

Vultitudinem eorum: calidissime. Quare nostram
tam maxime et causam posuimus, unde, ut apparet
in sideribus nostris, sub regularitate saluarentur
Valde et absurde uidebatur cunctis eorum, in
absolutis subiectis non semper eque moueri.
Foris aut posse aduersari, ut de compositione
atque comite et motuum secularium lines, modo
et aliquem item moueri quippe uidetur.
Id quod aliqui & Eudoxus per concentricos
circulos adhibere laborantes non potuerunt.
Sed si cum uisum Syderum cunctos rationem
ad solum eorum, ut circa xanoximicos syderum
uidentur inueniuntur, quid si circa medum
deus in sublimi, modo descendere non uidentur
quoniam concentricis minime iustitiam. Itaque per
iustitiam uisum est per concentricos & epicyclos
et hoc in hoc motum maxima pars sapientium
communitas affirmari, quod de Philo. nec uelut
alios partem de his praestitum fuerunt, quam ad
motum referrent non uerum alios uidebant
habere

В самом начале рукописи Коперник формулирует некоторые основные требования, называемые им аксиомами:

I. Не существует одного центра для всех небесных орбит или сфер.

II. Центр Земли не является центром мира, но только центром тяготения и центром лунной орбиты.

III. Все сферы движутся вокруг Солнца, расположенного как бы в середине всего, так что около Солнца находится центр мира.

IV. Отношение, которое расстояние между Солнцем и Землей имеет к высоте небесной тверди, меньше отклонения радиуса Земли к ее расстоянию от Солнца, так что по сравнению с высотой тверди оно будет даже неощутимым.

V. Все движения, замечающиеся у небесной тверди, принадлежат не ей самой, но Земле. Именно Земля с ближайшими к ней стихиями все вращается в суточном движении вокруг неизменных своих полюсов, причем твердь и самое высшее небо остаются все время неподвижными.

VI. Все замечаемые нами у Солнца движения не свойственны ему, но принадлежат Земле и нашей сфере, вместе с которой мы вращаемся вокруг Солнца, как и всякая другая планета; таким образом, Земля имеет несколько движений.

VII. Кажущиеся прямые и попятные движения планет принадлежат не им, но Земле. Таким образом, одно это движение достаточно для объяснения большого числа видимых в небе неравномерностей [21].

Коперник сознательно упускает здесь математические доказательства, «поскольку они предназначены для более обширного сочинения». Этим сочинением, конечно, могло быть только его бессмертное произведение «О вращении небесных сфер», работа над оформлением которого могла начаться не ранее 1515 г.

Допустив суточное вращение Земли и считаясь с существованием прецессии, Коперник должен был пойти дальше — рассмотреть вопрос и о том, остается ли ось вращения Земли неподвижной или же она перемещается в пространстве. Существование прецессии подтверждало предположение о движении Земли и притом движении реальном, а не представляемом математическими построениями. Можно утверждать, что явление прецессии, может быть не совсем осознанно, учитывалось Коперником уже в начале его работы по созданию новой теории. Об этом говорит замечание, сделанное им в конце 11-й главы I книги «Вращений»:

Рис. 4. Титульный лист «Малого комментария».

«Если бы они (годовое обращение центра и деklinационное движение. — *Авт.*) были в точности равны, то... точки равноденствий и солнцестояний и вся наклонность зодиака ничуть не изменились бы по отношению к сфере неподвижных звезд. Однако, хотя разница и очень незначительна, она все же обнаружилась, возрастая с течением времени: действительно, от Птолемея до нашего времени эти точки уже прошли навстречу приблизительно на 21 градус» [22].

Исследуя вопрос о характере движения Земли, Коперник истрепился со сложением вращательных движений; созданная им при этом модель носит название теории тройного движения Земли.

Ход рассуждений Коперника по И. Н. Веселовскому представляется так. Имеются три объекта: совокупность

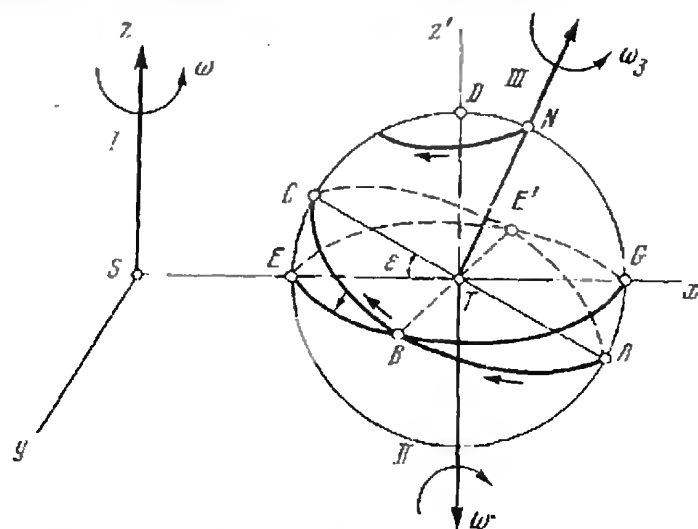


Рис. 5. Тройное движение Земли.

неподвижных звезд, Земля и Солнце. Звезды и Солнце неподвижны, Земля движется. Имеем две координатные системы, одна из которых имеет начало в Солнце S (рис. 5), римскими цифрами обозначены оси вращения). Плоскость Sxy совпадает с плоскостью эклиптики, а ось Sz перпендикулярна ей. Считаем эту систему неподвижной и к ней будем относить движение Земли. Центр Земли T должен

лежать в плоскости эклиптики. Предположим, что в начальный момент он находился на оси Sx . Рассечем Землю плоскостью, перпендикулярной к эклиптике. В сечении получается окружность $AECDN$. Предположим, что в начальный момент на этой окружности находится северный полюс Земли N , тогда прямая TN будет осью суточного вращения Земли. Через центр Земли T проводим плоскость экватора. Пусть AC будет диаметром этого экватора. Заметим, что плоскость сечения $AECDN$ всегда перпендикулярна к плоскости эклиптики, но только в начальный момент пересекает ее по неподвижной оси Sx . Задача состоит в том, чтобы, зная, как представляется движение неподвижной системы $Sxyz$, рассматриваемое с Земли, определить, каково будет движение Земли, наблюдаемое с неподвижной системы $Sxyz$, или, проще сказать, наблюдателем на Солнце.

Таким образом, рассматриваемое с Земли Солнце S описывает окружность с центром T и радиусом TS . Можно рассматривать данное движение как вращение вокруг проходящей через центр Земли T оси Tz' , перпендикулярной к плоскости эклиптики, причем вращение совершается против часовой стрелки. Обращая это движение, можно сказать, что оно («наблюдаемое с Солнца») совершается вокруг оси Sz тоже против часовой стрелки; его угловую скорость можно изобразить вектором, направленным по оси Sz . Это первое вращение, по Копернику, а именно — годовое: центр Земли T в плоскости эклиптики описывает вокруг Солнца S окружность радиуса ST .

Второе вращение Земли Коперник назвал деklinационным и считал, что от него зависит смена времен года на Земле. Так как первое вращение уже учтено, будем считать центр Земли неподвижным, а чтобы устранить и суточное вращение Земли, будем отмечать видимые положения Солнца в какой-нибудь определенный час дня, скажем, в полдень. Поскольку мы находимся на Земле, то в качестве неподвижной плоскости можно взять экватор, а в качестве третьей координатной оси — ось Земли TN . Отметим, что угол между плоскостями экватора и эклиптики будет все время постоянным ($\epsilon = 23^\circ 27'$). Если ежедневно отмечать положение Солнца на графике, получим волнообразную кривую: двигаясь по оси

времени в одном направлении, Солнце будет находиться попеременно то выше, то ниже экватора. Из уже упомянувшегося выше стихотворения Лаврентия Корвиша можно сделать вывод, что Коперник уже в 1509 г. знал об этом движении.

Теперь нужно обратить это движение. Мы имеем неподвижное Солнце, эклиптику и неподвижный экватор. Возьмем некоторую точку на экваторе, например, конец диаметра C , и заставим ее перемещаться вместе с экватором относительно неподвижной эклиптики. В течение года точка C будет попеременно то выше, то ниже плоскости эклиптики. Пусть эта плоскость пересекает поверхность Земли по окружности $EBGE'$. Восстановленный к этой плоскости перпендикуляр Tz' будет неподвижным, так как годовое движение Земли уже учтено. В таком случае второе движение Земли можно определить как вращение вокруг оси Tz' . В этом движении ось Земли TN будет описывать вокруг оси Tz' коническую поверхность, ибо угол $NTz' = \epsilon$ имеет постоянную величину. Плоскость экватора Земли ABC , сохраняя постоянный угол с плоскостью эклиптики, будет тоже вращаться вокруг оси Tz' . При этом расстояния точки C от эклиптики $EBGE'$ будут изменяться таким же образом, как изменяется расстояние от экватора, движущегося по эклиптике Солнца. Оба эти вращения имеют одинаковый период (один год), а их угловые скорости в сумме дадут нуль.

Сейчас хорошо известно, что пара вращений ω , — ω производит поступательное движение, что было установлено в первой половине XIX в. Коперник хоть и не знал терминов «поступательное движение» и «пара вращений», но обращаться с этими движениями умел, что можно видеть по его построению второго неравенства движения Солнца в XX гл. третьей книги «Вращений». Кроме того, он считает, что «оба эти почти равные друг другу и противоположные движения вместе делают, что ось Земли и наибольшая из ее параллелей — экваториальный круг — смотрят приблизительно в одну и ту же часть мира, как будто бы они оставались все время неподвижными» [22].

Наконец, третье вращение, рассмотренное Коперником представляет собой хорошо известное суточное вра-

щение, совершающееся вокруг оси TN Земли; эта ось теперь оказывается «как будто бы неподвижной».

«Тройное» вращение описано Коперником в XI гл. первой книги «Вращений». Сам Коперник не считает эту проблему легкой и дает два ее доказательства. И действительно, многие астрономы следующих поколений, и Галилей в их числе, не сумели разобраться в построениях Коперника. Добавим к сказанному, что теория тройного вращения дала Копернику возможность объяснить и явление прецессии.

Мы не имеем здесь возможности подробнее остановиться на содержании «Малого комментария» и его сопоставлении с главным произведением Коперника, но на одну деталь нельзя не обратить внимания: одна из глав «Малого комментария», озаглавленная «О том, что равномерность движения должна определяться по отношению не к равноденствиям, но к неподвижным звездам», имеет непосредственное отношение к вопросу о продолжительности года. Глава эта заканчивается фразой: «Так мы и сделали и относительно Спик в Деве нашли, что год был всегда равен 365 дням, 6 часам и примерно одной шестой часа; таким он был и в египетской древности» [23]. Однако первое наблюдение Спик, упоминаемое у Коперника во второй главе третьей книги «О вращении» [24], относится к 1515 г. Отсюда напрашивается вывод: «Малый комментарий» был написан около 1515 г. и притом в связи с работой Коперника по определению продолжительности тропического года.

В остальной части «Малого комментария» рассматриваются движения Луны и планет. Здесь Коперник исходит из принципа (правда, не формулируя его явно), который сейчас носит его имя: относительное движение двух тел не изменится, если к обоим телам прибавить одинаковое движение.

Итак, к середине второго десятилетия XVI в. основные черты новой теории были уже ясны ее автору, можно было приступать к более строгому и полному ее изложению. Однако выполнение обязанностей каноника, члена соборного капитула, особенно в условиях Варми, где церковное управление объединялось фактически с функ-

циями государственной власти, да к тому же в условиях постоянной угрозы со стороны беспокойного и агрессивного соседа — Орденой Пруссии, требовало больших затрат времени и энергии. Обычно поручения давались членам капитула на год, а затем возобновлялись или заменялись другими. Вот далеко не полный перечень тех годовичных и чрезвычайных поручений, которые Копернику пришлось выполнять с 1512 г. до ухода на покой.

В разные годы он 11 раз избирался визитатором (инспектором), что было связано с частыми поездками по епархии и осуществлением контроля за деятельностью администрации на местах. Семь раз он был канцлером капитула (ответственность за переписку, контроль за расходованием денежных средств и т. п.). Около года он осуществлял контроль за ведением нотариальных дел и выполнением завещательных распоряжений.

В течение года, когда стала неотвратимой угроза нападения со стороны Тевтонского ордена, он был ответственным за подготовку оборонительных сооружений собора. По году он отвечал за работу строительной и продовольственной касс капитула.

В течение трех с половиной лет Коперник был администратором «общих владений» капитула, что было связано с выездом на постоянное местожительство в Ольштын. Впервые он был набран на эту весьма хлопотливую и ответственную должность вскоре после составления «Малого комментария» — в ноябре 1516 г. На этом посту Копернику пришлось руководить отражением военного нападения крестоносцев и здесь его решительные действия обеспечили успех: вооруженным отрядам агрессора пришлось снять осаду Ольштына и отступить. После этого Коперник был назначен чрезвычайным комиссаром Вармии. Эта должность была создана после окончания военных действий, когда следовало принять меры по восстановлению хозяйства, заселению опустошенных местностей и ликвидации других тяжелых последствий вооруженного вторжения крестоносцев. Эта миссия Коперника имела важное политическое и государственное значение.

Одно время Коперник был генеральным администратором всей Вармии. В его руках в это время была сосредоточена вся волюта власти. К выполнению всех своих

многочисленных обязанностей и поручений Коперник относился в высшей степени добросовестно. Все его должности имели, как правило, светский характер и не приносили дополнительных доходов. Кстати, утверждения, иногда встречающиеся в биографиях Коперника, что он имел священнический сан, как показывают кропотливые исследования последних лет, лишены оснований.

К выполнявшимся Коперником обязанностям следует добавить еще одну — его врачебную деятельность; он лечил не только епископов, но постоянно оказывал медицинскую помощь местному населению, снискав себе заслуженную славу опытного эскулапа далеко за пределами Вармии.

Но сколько бы времени ни занимали у Коперника его служебные и общественные обязанности, он всегда находил время для астрономических наблюдений и размышлений над ними. Представляет большой интерес определенные времена написания им основных глав своего бессмертного произведения, рукопись которого, к счастью, дошла до нашего времени и сохраняется в настоящее время в библиотеке его alma mater — Ягеллонского университета в Кракове.

Состоящий из 212 листов in quarto манускрипт был разделен первоначально на восемь следующих книг:

I. Введение (главы I—IX современной первой книги по печатному тексту «Вращений»).

II. Тригонометрия (гл. XII—XIV первой кн.).

III. Суточное вращение (гл. I—XIII второй кн. печатного издания).

IV. Астрономические приборы (гл. XIV второй кн.) и каталог неподвижных звезд.

V. Видимое движение Солнца (совр. III кн.).

VI. Движение Луны (IV кн.).

VII. Движение планет по долготе (V кн.).

VIII. Движение планет по широте (VI кн.).

Первым был составлен каталог неподвижных звезд. Это определяется из следующих соображений — в каталоге указаны положения апогеев планет, которые Коперник считал неподвижными, но нет апогея Солнца. Это показывает, что каталог составлен после 1516 г., когда Коперник установил движение апогея Солнца, но до 1523 г.,

когда он определил современное ему положение апогея Марса.

Время написания первой книги может быть уточнено при внимательном ее чтении. В главе X говорится, что «до Луны расстояние будет 38 земных радиусов, если следовать Птолемею, а по более истинной оценке более 49 (как будет показано ниже)» [25]. Если же мы обратимся к четвертой книге «Вращений», трактующей о Луне, то там наибольшее расстояние от центра Земли до Луны по наблюдениям 1522—1524 гг. определено как $56\frac{42}{69}$ частей земного радиуса, а наименьшее — $52\frac{17}{60}$ [26].

Отсюда следует, что первая половина первой книги написана не раньше 1524 г.

Следует учесть, что работу Коперника над созданием и оформлением новой теории, по свидетельству Ретика, особенно стимулировал друг Коперника, каноник, а позже епископ Тидеман Гизе, с которым Коперник совместно пребывал в Фромборке в 1516 и в 1523—1524 гг. В июне 1524 г. Коперник отправляет письмо Бернарду Ваповскому по поводу книги Вернера о движении восьмой сферы, в котором он отказывается изложить собственное мнение, «так как это предназначено для другого места», т. е. для книги «О вращении». Отсюда следует, что время написания этой книги — 1524 год.

Что же касается второй половины этой книги, посвященной изложению тригонометрии, то плоская тригонометрия изложена здесь по Птолемею, сферическая же существенно отличается и во многих чертах носит оригинальный характер. Эта часть первоначально была написана довольно рано, одной из первых, но манускрипт носит следы позднейшей переработки этого материала, на чем мы еще остановимся ниже.

Вторая книга состояла из двух частей. Вторая часть представляла собой как бы предисловие к каталогу неподвижных звезд и, следовательно, может быть отнесена к наиболее раннему времени, первая же часть (главы I—XIII) посвящена изложению вопросов об астрономических измерениях и вычислениях — определению значений склонений и прямых восхождений при различных

углах наклона эклиптики с экватором, значит, она написана после завершения разработки теории прецессии, изложенной в III книге, т. е. после 1525 г. Может быть, что эти главы написаны уже после приезда Ретика в 1538 г. при подготовке рукописи к печати.

Третья книга датируется 1525—1526 годами на основании простейших хронологических расчетов.

Четвертая книга (движение Луны) и пятая (движение планет по долготе) датируются по содержащимся в них указаниям на время наблюдений промежутком между 1525 и 1530 гг.

Значительная часть шестой книги, касающейся вычисления движений планет по широте, была написана скорее всего после того как в 1538 г. Коперник получил от Ретика греческий текст «Альмагеста» Птолемея, так как здесь во многих случаях приводится буквальный перевод с греческого текста.

Таким образом, можно наметить три периода работы Коперника над оформлением своей теории: первый (1515—1519) — создание общих принципов, первая и вторая книги «Вращений»; второй (1523—1530) — третья, четвертая и пятая книги и третий, заключительный (1538—1542) — шестая книга и окончательная подготовка к изданию.

Неизвестно, как сложилась бы судьба книги «О вращении», если бы в 1538 г. к Копернику не приехал с целью непосредственного ознакомления с новой теорией молодой профессор из протестантского Виттенберга Георг Иоахим фон Лаухен, называвший себя по имени своей прародины Ретии Ретиком. Дело в том, что хотя Коперник и не делал особых секретов из своего учения (об этом свидетельствует, в частности, и «Малый комментарий», распространявшийся в списках, и тот факт, что уже в 1533 г. Ноганн Видманштадт в присутствии ряда высших церковных сановников объяснял коперниковскую теорию папе Клементу VII, а Николай Шонберг, кануанский кардинал, в 1536 г. предлагал усилия, чтобы ближе ознакомиться с новой теорией, и просил Коперника переслать ему копию своей работы, обещая оплатить труд переписчиков), он, видимо, колебался в решении вопроса о публикации своей книги.

In hunc librum... 1543
...vbi... 1543

AD CLARISSIMUM VIRVM
 D. IOANNEM SCHONE
 RVN. DE LIBRIS REVOLVTIO
 nu eruditissimi viri, & Mathema
 tici excellentissimi, Reuerenda
 D. Doctoris Nicolai Cos
 pernici Torunensi, Cas
 nonici Varmien
 sis, per quandam
 Iuvencum, Mathe
 maticae
 studio
 sum
 NARRATIO
 PRIMA.

ALCINOVS

De Revolutionibus...

Mathematicae...
1576. 4 Decbr. 1576...
1576. 4 Decbr. 1576...

Рис. 6. «Первое повествование» Ретика.

Лишь объединенные усилия Ретика, сумевшего высоко оценить гениальный труд Коперника, и Тидемана Гизе привели, наконец, к тому, что Коперник дал согласие на издание своей книги и приступил, наконец, к под-

готовке рукописи к печати. Но еще до того, как книга Коперника вышла в свет, сам Ретик весной 1540 г. издал в Гданьске «Первое повествование» (рис. 6) с изложением новой теории. В 1541 г. в Базеле вышло и второе издание книги Ретика, но «Второго повествования» уже не потребовалось — в марте 1543 г. в Нюрнберге в конце концов вышла из печати книга под названием: «Nicolai Copernici Torunensis de Revolutionibus Orbium coelestium Libri VI». Прежде чем сказать несколько слов о переводе этого названия на русский язык, напомним, что по известному преданию, подкрепляемому свидетельством Тидемана Гизе, авторский экземпляр этой книги прибыл в Фромборк и был вложен в руки тяжело больного Коперника 26 мая того же, 1543 года, за несколько часов до смерти автора. Так конец жизни ученого совпал с началом бессмертия его учения.

За книгой давно закрепилось сокращенное латинское название «De Revolutionibus», польское «Ob obrótach», и русское «О вращениях» (рис. 7).

Что касается полного латинского названия, то следует прежде всего сказать, что вопрос о том, как сам Коперник назвал свое произведение, до сих пор не выяснен. В самом манускрипте, дошедшем до нас, заглавие отсутствует. В посвящении папе Павлу VI Коперник называет свой труд «De Revolutionibus Sphaerarum Mundi», в заглавиях отдельных глав в рукописи сказано просто: «Liber Revolutionum», заглавие же самого издания принадлежит, скорее всего, издателям. Тем не менее оно прочно утвердилось, и для его перевода следует еще подумать над словом «orbis», обозначавшим в латинском языке сначала окружность, диск, круговое движение, а позже — и сферу, шар. Именно в последнем смысле, скорее всего, оно и употребляется здесь, о чем говорит и заглавие, указанное в посвящении, и латинский оригинал текста, где Коперник прямо ставит знак равенства между обоими терминами: «orbis vel (или) sphaera». Если вспомнить, что «coelestis» означает «небесный», то наиболее адекватным следует признать такой перевод: «О вращениях небесных сфер», который и был принят И. П. Веселовским при издании сочинений Коперника на русском языке.

NICOLAI COPERNICI TORINENSIS
DE REVOLUTIONIBUS COELI
et REVOLUTIONIBUS LIBRI VI.

*De Mercurio
Zacaria Tui.
R. Sig. Torin.
Macedonia 157
- 158. 159
- 160. 161. 162
- 163. 164. 165*

Habet in hoc opere iam recens nuntio, & edito,
studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum,
quàm erraticarum, cum ex ueteribus, cum etiam
ex recentibus observationibus restitutos: & po-
uit insuper ac admirabilibus hypothesebus or-
natos. Habet etiam Tabulas expeditissimas, ex
quibus eosdem ad quodvis tempus quàm facili-
ter calculare poteris. Igitur erue, lege, frue.

Astronomiæ dñicæ.



Nonimbergæ apud Ioh. Petrium,
Anno M. D. XLIII.

*De Mercurio
Zacaria Tui.
R. Sig. Torin.
Macedonia 157
- 158. 159
- 160. 161. 162
- 163. 164. 165*

Рис. 7. Титульный лист первого издания книги Коперника
«О вращении».

Чтобы в немногих словах, и в то же время достаточно ярко и значимо охарактеризовать научный подвиг Коперника, достаточно обратиться к словам Энгельса:

«Революционным актом, которым исследование природы заняло о своей независимости... было издание бессмертного творения, в котором Коперник бросил... вызов церковному авторитету в вопросах природы. Отсюда начинается свое летоисчисление освобождение естествознания от теологии, хотя выяснение между ними отдельных взаимных претензий затянулось до наших дней и в иных головах далеко еще не завершилось даже и теперь. Но с этого времени пошло гигантскими шагами также и развитие наук, которое усиливалось, если можно так выразиться, пропорционально квадрату расстояния (во времени) от своего исходного пункта» [27].

Многие из положений учения Коперника представляли собой большие открытия, важные не только для астрономии, но и для всего естествознания в целом. Однако еще более важным было значение теории Коперника для того переворота в мировоззрении, который был непосредственно или опосредствованно ею вызван.

Как известно, церковь поддерживала геоцентрическую модель мира по Птолемею и учение Аристотеля, по которому, опять же, Земля, вместе с окружающим ее «подлунным миром» расположена в центре всего, ибо состоит из самых тяжелых элементов, ни один из которых не вечен. «Надлунный» же мир обладает свойствами «чистоты» и «вечности», резко отличающими его от земных. Эти положения, в самом деле, не задевали догматов священного писания о том, что бог создал человека «по своему образу и подобию» и все в природе приспособлено к его существованию: покоящаяся в центре мира Земля — для его обитания, движущееся вокруг нее Солнце — для света и тепла и т. д.

Учение Коперника, в котором Земля перестает занимать привилегированное положение и становится одной из рядовых планет, движущихся вокруг Солнца, не могло не вызывать сомнений в истинности и непоколебимости библейских догм, не в них абсолютизировалась истина, ее можно и нужно было искать. Вот в чем состоял удар нового учения, наносившийся теологии в ее самое чувствительное место. Его последствиями были революционные изменения в образе мышления, осознание необходимости нового подхода к изучению закономерностей окружающего

мира, без чего был бы немислим тот бурный процесс развития научного естествознания, который начался вскоре после опубликования гениального труда Коперника, процесс естественнонаучной революции нового времени, по праву называемой коперниканской.

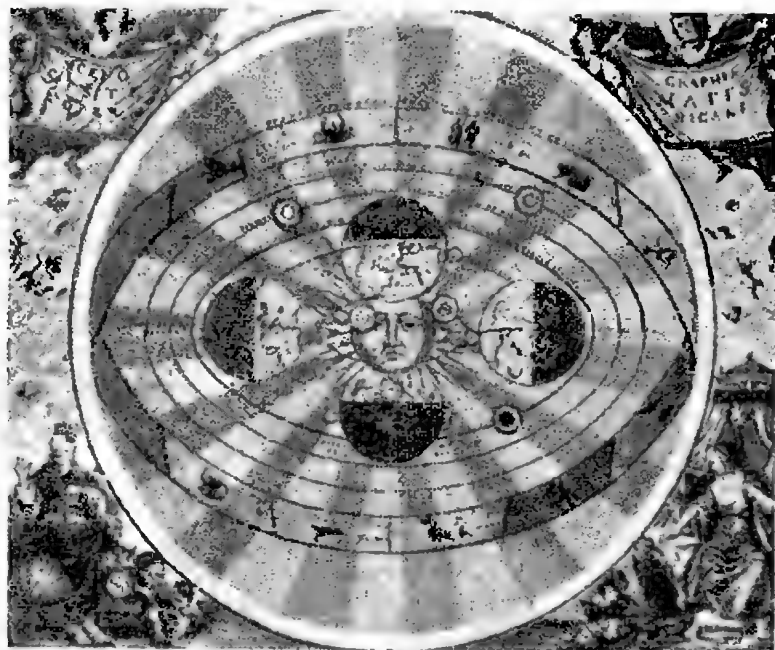


Рис. 8. Старинное изображение системы мира по Копернику (из книги Андрея Целлария «Гармония макрокосмоса», 1661 г.).

Ход этого процесса лучше всего проследить на развитии математики. Несомненно, и сам Коперник, получив основательную математическую подготовку, располагал обширными познаниями в математике того времени, весьма искусно применял математические методы при построении новой астрономической теории, а также внес и определенный собственный вклад в развитие математики; он же лучше своих современников мог всесторонне оценить важность своих исследований для науки будущего. Однако именно история развития коперниканского учения

дает нам один из наиболее ярких примеров того, как потребности развивающегося естествознания, требования практики вызывают к жизни появление новых математических методов изучения природы на определенном этапе развития человеческих знаний об окружающем нас мире и как разработка этих методов в свою очередь влияет на развитие соответствующих наук. Но сначала несколько слов о математическом творчестве самого Коперника и его ближайшего ученика Ретика.

В 1542 г., за год до смерти Коперника и до выхода его книги «О вращении небесных сфер» в Виттенберге вышла на латинском языке небольшая книжка, название которой гласило: «О сторонах и углах треугольников, как плоских прямолинейных, так и сферических. Ученейшая и полезнейшая книжечка как для понимания большей части доказательств Птолемея, так и для многого другого. Написана славнейшим и ученым мужем господином Николаем Коперником из Торуня» (рис. 9). Из предисловия узнаем, что выходом своим книга обязана уже известному нам Ретику, а сравнение с книгой «О вращении» показывает, что здесь в основном опубликована математическая часть главного произведения Коперника.

Особый интерес здесь представляет изложение сферической тригонометрии, которое во многом, и в общем и в частности, отличается и от птолемеевского и от других, в том числе и от изложения Региомонтана. Именно здесь можно убедиться в том, что, хотя профессиональные интересы Коперника были все же астрономическими, лежали в стороне от традиционных (в нашем понимании) областей математики, им и здесь были проявлены самостоятельность, оригинальность и зрелость мышления, глубокая эрудиция, и сделан заметный вклад в общую сокровищницу науки.

Данный им вывод теорем сферической тригонометрии основан на чрезвычайно удачной идее рассмотрения трехгранной пирамиды со сферическим основанием и вершиной в центре сферы. На этой идее построено доказательство теоремы синусов сферической тригонометрии, которое отличается и от доказательств греческих и арабских математиков и от доказательств Региомонтана и превосходит их изяществом и простотой.

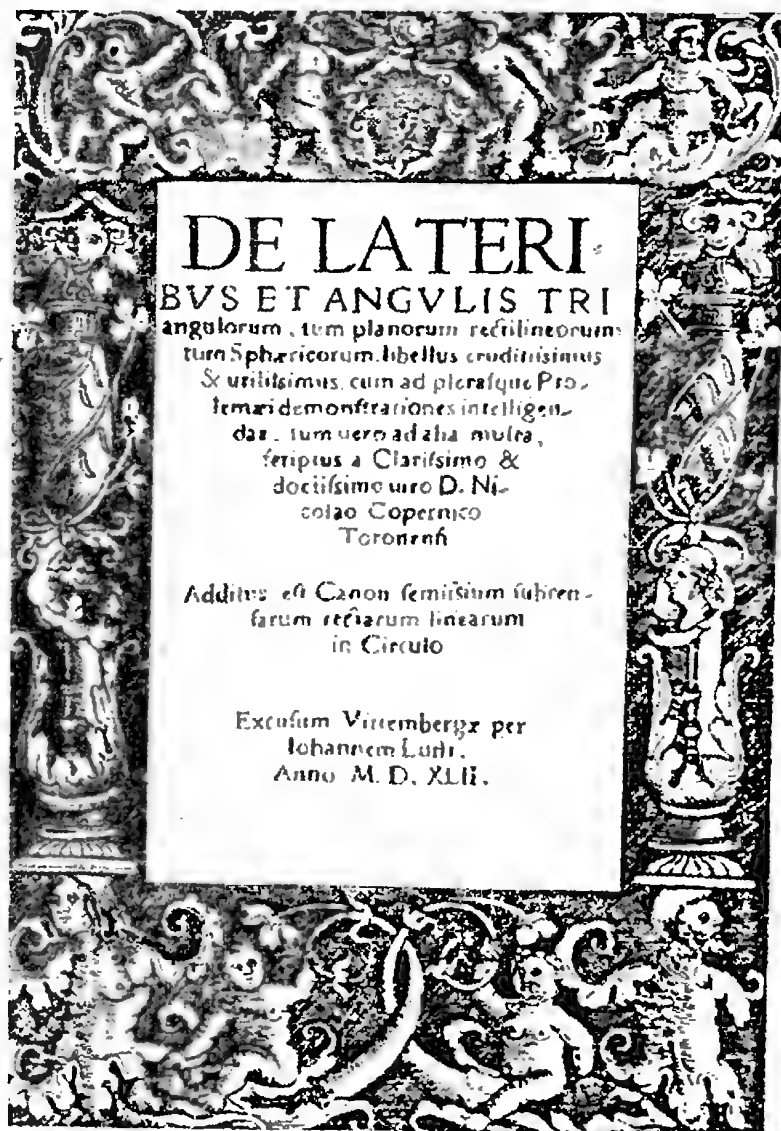


Рис. 9. Титульный лист книги Коперника «О сторонах и углах треугольников».

Изложение завершается доказательством теорем о решении сферического треугольника по трем сторонам [28] и по трем углам [29]. Из оригинала рукописи «О вращениях» видно, что Коперник получил эти доказательства

ducuntur prout ad danda inferiendae dupli anguli e a f
 Similiter in triangulo a e g anguli e etiam habentur
 prout q sub duplo a e ad prout sub duplo e g unde
 habetur ratione qm danda ducuntur ppter ad danda f
 dupli anguli e a g subtrahit. per qm igitur ratione
 danda sub duplo e f ad danda sub duplo e g ratione
 habetur q prout sub duplo anguli e a f ad prout
 sub duplo anguli e a g p habendum oportet danda rati-
 onem e a f e a g. Sic qd b a f ad e a d qui illis
 ad rationem sunt p Totus autem b a c datur qd per
 fides igitur eorum una b a c ad e a d anguli
 debentur. Deinde q quatuor latus a b b d a c e d
 sunt b c affiguntur. Quia quatuor anguli
 circuli ad e a c e f qm p qm danda e a d e a f
 anguli e a c b diffini a m d

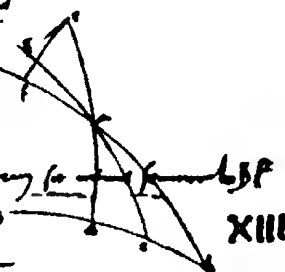
[illegible]

Рис. 10. Страница из рукописи «О вращениях» с изложением теорем сферической тригонометрии.

позже других, возможно, после приезда Ретика, поздравившего его с тригонометрическим трактатом Региомонтана. Впрочем, сам Ретик подчеркивает самостоятельность полученных Коперником результатов и пишет:

«Недавно были изданы исследования Региомонтана, по славнейший и ученейший муж господин Николай Коперник еще задолго до того, как мог увидеть эту книгу, во время своей работы над объяснением Птолемея и подготовкой учения о небесных движениях, написал в высшей степени ученейшее сочинение о треугольниках» [30]. Во всяком случае доказательства Коперника оригинальны и значительно изящнее региомонтановых.

В рукописи, а затем и в книге «О вращениях» Коперник приводит «Канон половин хорд удвоенных дуг», т. е. таблицы синусов, составленные им для диаметра, равного 200 000 частей, а радиуса, следовательно, 100 000 частей, с шагом в $10'$. Но в приложении к рассматриваемой книжке «О сторонах и углах треугольников» приводятся таблицы синусов (и фактически первые таблицы для вычисления косинусов) с радиусом, увеличенным в 100 раз, т. е. равным 10 000 000, и шагом в $1'$. Анализ показывает, что и эти весьма точные для того времени семизначные таблицы были составлены Коперником. Ему самому эта точность нужна не была, он здесь как бы позаботился об астрономах и вычислителях следующего поколения (рис. 11).

Ретик продолжил затем дело своего учителя, почти всю жизнь посвятив составлению еще более точных тригонометрических таблиц, переиздававшихся еще в 20-х годах нашего века. Он же ввел в научный и практический оборот функцию «секанс», первые таблицы для которой были также составлены его учителем Коперником.

Выдающиеся математические дарования Коперника можно обнаружить и во многих местах книги «О вращениях».

Но роль Коперника в развитии математики не ограничивается его личным вкладом. Предложенная ученым гелиоцентрическая модель строения нашей планетной системы далеко не сразу получила всеобщее признание. И дело было не только в том, что новым учением был брошен вызов освященным церковными канонами и общепризнанным тогда представлениям. Ведь в предложенной им модели все еще сохранялись перипатетические аксиомы о равномерных круговых движениях небесных

The image shows two tables of trigonometric functions from Copernicus's 'De Revolutionibus'. The top table is titled 'IN CIRCVLO RECTARVM LINEARVM' and the bottom table is titled 'CANON SVBTENSARVM'. Both tables show values for angles from 30 to 55 degrees, with columns for sine, cosine, and secant.

Table 1: IN CIRCVLO RECTARVM LINEARVM

Angle (°)	Sine	Cosine	Secant
30	100000	173648	115470
31	101062	172561	116579
32	102125	171461	117690
33	103189	170348	118803
34	104254	169222	119918
35	105320	168083	121035
36	106387	166931	122154
37	107455	165766	123275
38	108524	164588	124398
39	109594	163400	125523
40	110665	162200	126650
41	111737	160988	127779
42	112810	159763	128910
43	113884	158526	130043
44	114959	157277	131178
45	116035	156016	132315
46	117112	154743	133454
47	118190	153458	134595
48	119269	152161	135738
49	120349	150852	136883
50	121430	149531	138030
51	122512	148198	139179
52	123595	146853	140330
53	124679	145496	141483
54	125764	144127	142638
55	126850	142747	143795

Table 2: CANON SVBTENSARVM

Angle (°)	Sine	Cosine	Secant
30	100000	173648	115470
31	101062	172561	116579
32	102125	171461	117690
33	103189	170348	118803
34	104254	169222	119918
35	105320	168083	121035
36	106387	166931	122154
37	107455	165766	123275
38	108524	164588	124398
39	109594	163400	125523
40	110665	162200	126650
41	111737	160988	127779
42	112810	159763	128910
43	113884	158526	130043
44	114959	157277	131178
45	116035	156016	132315
46	117112	154743	133454
47	118190	153458	134595
48	119269	152161	135738
49	120349	150852	136883
50	121430	149531	138030
51	122512	148198	139179
52	123595	146853	140330
53	124679	145496	141483
54	125764	144127	142638
55	126850	142747	143795

Рис. 11. Таблицы синусов, составленные Коперником (из книги «О сторонах и углах треугольников»).

тел и некоторые другие заблуждения. По мере совершенствования и повышения точности астрономических инструментов становилось все более заметным определенное расхождение данных наблюдений с теорией.

Немногочисленные к концу XVI в. последователи учения Коперника и прежде всего Иоганн Кеплер все более четко осознавали, что для того, чтобы идеи Коперника восторжествовали, необходимо дальнейшее развитие и совершенствование предложенной им теории.

Поставив перед собой задачу выяснить истинные траектории движения планет вокруг Солнца и имея в своем распоряжении данные многолетних астрономических наблюдений Тихо Браге, выполненных с лучшей для дотелескопической астрономии точностью измерений, Кеплер с самого начала имел мужество отказаться от освященной веками аксиомы равномерного движения планет и из физических соображений предположил, что планеты перемещаются по своим орбитам быстрее, когда они ближе к Солнцу, и медленнее — в удалении от него. При этом сами орбиты оставались у него на первых порах окружностями, но со смещенным относительно их центра Солнцем. Предстояло выразить математически зависимость между расстояниями планеты от Солнца и временем, которое требуется на прохождение того или иного участка пути. К тому времени алгебра, геометрия и тригонометрия, составлявшие математику постоянных величин, накопили определенное количество сведений, достаточных для того, чтобы представлять собой некоторую систему знаний, хотя многое было неясно и незавершено. Однако здесь Кеплеру пришлось столкнуться со случаем, который не мог быть решен методами математики постоянных величин. Дело сводилось к вычислению площади сектора эксцентрического круга (к вычислению эллиптического интеграла, если использовать терминологию математического анализа). Хотя Кеплер и не мог дать решение этой задачи в квадратурах, он не отступает перед возникшими трудностями и решает задачу суммированием бесконечно большого числа «актуализированных» бесконечно малых. Этот инфинитезимально-атомистический подход к решению важной и сложной астрономической задачи представлял собой первый в новое время шаг в

предыстории математического анализа, последствия которого трудно переоценить.

Здесь же то, что в нашем понимании представляет определенный интеграл, Кеплер трактует как площадь криволинейной трапеции, ограниченной некоторой кривой (конхондой). И это было принципиально новым шагом в математике переменных величин. Применяемые им здесь методы расчета, по существу, совпадают с современными методами приближенного интегрирования.

Решение данной задачи для случая эксцентрической окружности привело Кеплера уже в самом начале XVII в. (в 1602 г.) к открытию второго закона движения планет («Площади, описываемые радиусами-векторами «планета — Солнце» в равные промежутки времени, равны между собой»). Итак, важнейший закон новой небесной механики открывается с помощью специально разработанного принципиально нового математического метода, ознаменовавшего фактически начало нового периода развития математики — периода математики переменных величин.

Через три года, в 1605 г., после невероятно трудоемких вычислений, связанных с проверкой различных гипотез, Кеплеру удается открыть и первый закон («Планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых находится Солнце»). Поставленная Кеплером задача определения секторальной площади с математической точки зрения и для этого случая осталась без существенных изменений.

Оба закона Кеплера стали достоянием науки с 1609 г., когда была опубликована его знаменитая «Новая астрономия», в которой можно обнаружить и другие случаи интеграции, представляющие большой интерес. Однако выход этого замечательного произведения с изложением основ небесной механики не сразу привлек к себе должное внимание: даже великий Галилей не смог, по-видимому, постичь новые законы движения планет. И разработанным Кеплером математическим методом могло бы надолго угрожать забвение, если бы он сам не предпринял важных шагов для их развития и популяризации: в 1615 г., как известно, он выпустил свою «Новую стереометрию винных бочек», в которой продолжил разра-

ботку интеграционных методов и применил их для нахождения объемов более чем девяти десятков тел вращения, подчас довольно сложных. Там же им рассматривались и экстремальные задачи, что приводило уже к другому разделу исчисления бесконечно малых — дифференциальному исчислению.

Эта работа Кеплера уже не прошла незамеченной, и в 1616 г. А. Андерсон, а позже П. Гульдип выступили против его методов суммирования бесконечно малых величин, не понимая, что при всей их нестрогости, очевидной и для самого Кеплера, эти методы были чрезвычайно продуктивны и заключали в себе идеи, очень важные для дальнейшего развития математики. С другой стороны, уже тогда ученик Галилея Б. Кавальери дал работам Кеплера высокую оценку и многое сделал для дальнейшего развития заложенных в них идей. Вскоре приемы и результаты Кеплера и Кавальери привлекли должное внимание многих крупных математиков XVII в., вызвав целый поток исследований в новой области математики, завершившихся в последней четверти XVII в. оформлением в трудах И. Ньютона и Г. В. Лейбница дифференциального и интегрального исчисления. Тем самым математика переменных величин надолго заняла ведущее место в системе математических знаний и стала мощнейшим орудием в изучении все новых и новых проблем естествознания и техники.

Необходимость в совершенствовании средств астрономических вычислений привлекла того же Кеплера и к вопросам теории и практики логарифмов. Вслед за Непером (и Бюрги) Кеплер самостоятельно построил теорию логарифмов (в отличие от Непера — на чисто арифметической базе) и на ее основе составил близкие к непрерывным, но более точные таблицы логарифмов, впервые изданные в 1624 г. и переиздававшиеся до 1700 г. Но главным было то, что Кеплер, крупнейший вычислитель своего времени, первым применил логарифмические вычисления для составления знаменитых «Рудольфинских» планетных таблиц, построенных на базе коперниканской модели планетной системы и своих законов движения планет, — таблиц, в течение длительного времени служивших настольным пособием астрономов всего мира.

Потребности коперниканской астрономии в известной степени стимулировали и развитие механизированных вычислений. Друг Кеплера, сторонник коперниканского учения Вильгельм Шикард уже около 1623 г. построил первую в мире вычислительную машину, предназначенную для выполнения четырех арифметических действий. Двумя другими виднейшими изобретателями в этой области были крупнейшие математики Паскаль (1642) и Лейбниц (1674). Впрочем, уровень развития техники тогда еще был не достаточно высок, чтобы можно было думать о серийном производстве достаточно надежных вычислительных устройств.

Проявленный тем же Кеплером интерес к кривым второго порядка, с одной стороны, и к проблемам астрономической оптики, с другой (а все это вызывалось в конечном счете потребностями в развитии коперниканской астрономии), привел его к разработке общего принципа непрерывности — важного эвристического приема, который позволяет находить свойства одного объекта из свойств другого, если первый можно получить из другого путем продольного перехода. В книге «Дополнения к Вителлию или оптическая часть астрономии» (1604) Кеплер, изучая конические сечения, интерпретирует параболу как гиперболу или эллипс с бесконечно удаленным фокусом, в чем и состоит первый в истории математики случай применения общего принципа непрерывности.

Но внедрением понятия бесконечно удаленной точки Кеплер предпринял важный шаг на пути к созданию еще одного раздела математики — проективной геометрии, дальнейшие шаги в развитии которой были сделаны три с лишним десятилетия спустя Ж. Дезаргом и Б. Паскалем.

Итак, законы Кеплера, открытые с помощью новых математических методов, обосновали коперниково учение кинематически, они открыли путь Ньютону для формулировки закона всемирного тяготения, с помощью которого теории Коперника давалось и динамическое обоснование. Еще раз отметим, что и Кеплер, и Ньютон — крупнейшие математики своего времени.

Успехи математики в XVII в. прямо или косвенно отразились и на развитии естествознания вообще. Кроме

цикла работ по небесной и земной (Галилей) механики, основам динамики и теории всемирного тяготения этот период ознаменовался также открытием атмосферного давления, разработкой законов геометрической оптики, теории света, определением его скорости в пустоте. В это же время началось интенсивное изучение явлений электричества и магнетизма. За короткий срок вошли в употребление телескоп, с помощью которого удалось заглянуть дальше в космос, и микроскоп, позволивший открыть удивительный мир мельчайших существ, были изобретены термометр, барометр, маятниковые часы; человечество получило воздушный насос и т. д.

Именно начиная с Коперника можно заметить радикальное изменение в отношениях между наукой и техникой. Ученые начинают уделять все больше внимания решению задач практики. Изменяется социальная функция науки и ученого: вскоре образуются первые объединения исследователей в государственном масштабе (типа академий), начинается появляться научная периодика.

Выше мы уже предприняли попытку показать, что сам Коперник имел в своем распоряжении достаточные доказательства справедливости своей теории. Но для его современников да и ближайших последователей то, что было очевидным для Коперника, не было достаточно убедительным. Однако законы Кеплера, открытия Галилея и закон всемирного тяготения Ньютона устранили сомнения в истинности основного положения новой теории о движении Земли. Позже были найдены и прямые доказательства этому — к ним принадлежали открытие aberrации света в 1726 г. и годичных параллаксов звезд в 30-х гг. XIX в., что подтверждало орбитальное движение Земли вокруг Солнца; предсказанное еще Ньютоном и подтвержденное измерениями в первой половине XVIII в. полярное сжатие Земли, предположенное Ньютоном же отклонение падающих тел к востоку, подтвержденное в конце XVIII в., опыт Фуко и другие явления подтверждали осевое, суточное вращение Земли.

Учение Коперника стало своеобразной ареной жестокой борьбы религии и науки, в которой особую реакционную роль сыграла католическая церковь. На грани XVI и XVII вв., в 1600 г. она послала на костер Джорда-

но Бруно, в 1616 г. внесла гениальное произведение Коперника в «Index librorum prohibitorum» — «Список запрещенных книг», в 1633 г. было устроено позорное судилище над Галилеем, после которого знаменитый ученый до самой смерти официально числился «узником инквизиции». И, потерпев в этой борьбе поражение фактически в самом начале, церковь оттягивала признание своего фиаско до 1835 г., когда книга Коперника, наконец, была исключена из «Индекса».

В свое время не были надлежаще оценены экономические работы Коперника, основные положения которых были позже развиты в работах других ученых, их анализ позволяет охарактеризовать еще одну сторону деятельности Коперника и признать его выдающимся экономистом эпохи раннего капитализма. Это еще раз подчеркивает широту и глубину мыслей этого ученого-титана.

Наше время, время научно-технической революции, характеризуется, с одной стороны, революционными сдвигами в социальной области, в общественных отношениях, в сознании людей, с другой — кибернетизацией производства, широчайшим применением математических методов и вычислительных средств в разнообразнейших областях науки и техники, выходом человека в космос, за пределы Земли, в мир, как бы заново открытый Коперником. И нам созвучны процессы в изменении общественного сознания и в развитии науки, характерные для времени, последовавшего за выходом книги «О вращении небесных сфер», 500-летие со дня рождения автора которой было так широко отмечено в 1973 году прогрессивной общественностью всего мира, времени, которое по праву все чаще называют коперниканской естественнонаучной революцией.

* * *

Автор считает своим приятным долгом подчеркнуть, что в настоящей статье в числе других положены и новые выводы о различных сторонах учения Коперника, полученные проф. И. Н. Веселовским. Более подробно об этом см. в нашей совместной работе [31].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К. и Энгельс Ф., Сочинения, т. 20, стр. 347.
2. Ленин В. И., Полное собрание сочинений, т. 25, стр. 37.
3. Дано по: Mieczysław Markowski, Burydanizm w Polsce w okresie przedkopernikanskim, Wrocław, Ossolineum, 1971. (Перевод И. Н. Веселовского.)
4. Там же.
5. Schedelius G., Liber Chronici Mundi. Norimb., 1493, fol. 266.
6. Ioannis Stoeffleri Iustingensis, Calendar. Roman. Magnum, Oppenheim, 1518, fol. A, verso.
7. Academ. celebr. univer. terr. orbis libri VIII, Colonia; Agripp. 1602, p. 326.
8. Цит. по Mitzler, Historia Poloniae, Collectio magna, 1, Varsovia, 1761, p. 9.
9. См. об этом: Bilinski B., Najstarszy zyciorys Mikołaja Kopernika z roku 1588 pióra Bernardina Baldiego, Wrocław, Ossolineum, 1973.
10. Ретик Г. И., Первое повествование о книгах вращений Николая Коперника. В кн.: Николай Коперник, О вращении небесных сфер и др. произведения, перев. проф. И. Н. Веселовского, «Наука», 1964, стр. 489. Далее эта книга цитируется: Коперник Н., О вращении...
11. Коперник Н., О вращении..., стр. 260.
12. Баев К. Л., Коперник, М., 1935, стр. 37.
13. Ревзин Г., Николай Коперник, «Молодая гвардия», 1949, стр. 180.
14. О соответствующих документальных сведениях см. в кн. Biscup M., Regesta Copernicana, Wrocław, Ossolineum, 1973; s. 63—64.
15. Баев К. Л., цит. соч., стр. 47.
16. Коперник Н., О вращении... стр. 12.
17. Там же, стр. 14—15.
18. Там же, стр. 190.
19. Там же, стр. 105.
20. Полный текст сочинения на русском языке приводится в частности, в кн. Коперник Н., О вращении..., стр. 419—430.
21. Там же, стр. 420.
22. Там же, стр. 36.
23. Там же, стр. 423.
24. Там же, стр. 160.
25. Там же, стр. 32.
26. Там же, стр. 264—265 и 266—267.
27. Маркс К. и Энгельс Ф., Сочинения, т. 20, стр. 347.
28. Коперник Н., О вращении..., стр. 68—69.
29. Там же, стр. 70—71.
30. Там же, стр. 563.
31. Веселовский И. Н., Белый Ю. А., Николай Коперник, «Наука», 1974.

УЧЕНИЕ КОПЕРНИКА В ВИЛЬНЮССКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ В XVII—ПАЧАЛЕ XIX вв.

С. Матулайтите

Среди достижений естественных наук, имевших глубочайшее влияние на разум человечества, первое место занимает гелиоцентризм, или учение Коперника. Распространение этого учения означало освобождение естественных наук от теологии, освобождение ума от гнета религиозных догм. Гелиоцентрическая система мира в первую очередь была признана в самых развитых странах. В несутском Вильнюсском университете эта система, хотя и имела сторонников уже с первой половины XVII в., но публично была признана только в XVIII в. — примерно в то же время, как и в Краковском университете, несмотря на то, что имя Коперника в Вильнюсском университете и в астрономической печати Литвы упоминалось с начала XVII в. (и с большим почтением) — на полвека раньше, чем в соседней Латвии, России и в некоторых других европейских странах.

Астрономическая наука начала развиваться в Литве в XVI в. с учреждением Вильнюсского университета (1579), где наряду с математикой преподавалась и астрономия. Университет был основан всего лишь спустя 36 лет после опубликования в 1543 г. гелиоцентрической системы Коперника, произведшей революцию в астрономии. Книга Коперника «Об обращениях небесных сфер» вскоре после того как была напечатана, попала в Вильнюс, в библиотеку короля Сигизмунда Августа¹⁾.

¹⁾ Hartleb K., Biblioteka Zygmunta Augusta. Lwów, 1928, с. 168.

Скорее всего, она была привезена сюда самим Ретиком, жившим некоторое время в Вильнюсе.

Об уровне астрономической науки в Вильнюсском университете свидетельствует курс астрономии неизвестного преподавателя, записанный в 1603 г.¹⁾ Лекции этого курса, несомненно, высокого уровня. В них применены математические методы, много схем и чертежей. Рассматривая движение сфер, автор курса указывает вторую главу книги Коперника, где говорится о движении Земли, хотя в целом автор придерживается мировоззрения Птолемея.

Первым известным нам преподавателем астрономии был профессор математики Освальд Кригер (1598—1665), написавший немало трудов по математике, физике, механике и др. Два раздела его работы «Compendium mathematicarum disciplinarum» (1632) были посвящены астрономии: «Сфера» («Tractatus de sphaera») и «Астрономия» («Tractatus astronomicus»). Большинство работ Кригера имело практическое значение; в своих суждениях он опирался на результаты экспериментов и наблюдений. Дух экспериментаторства был характерен для эпохи Галилея. Этим духом был проникнут и Вильнюсский университет, с которым Галилей поддерживал научные связи. Работы Кригера отличались новизной и оригинальностью идей. Следуя геоцентрической системе Птолемея в астрономии, Кригер тем не менее горячо поддерживал математические идеи Галилея. Довольно скоро нашли свой отклик в Вильнюсском университете и астрономические труды Галилея: еще при его жизни Кригер со студентами наблюдали в телескоп открытия Галилеем спутники Юпитера. Кригер отличался творческой инициативой: им была создана своя математическая школа. Студенты Кригера Ионас Рудамин, Я. Дусятский и Альберт Дыблинский под его руководством написали и издали в Вильнюсе свои астрономические труды, первые на территории современной европейской части СССР.

Математико-астрономический труд Рудамин «Illustriora theorematum et problematum mathematica...» (1633) написан в основном на материале университетских лек-

¹⁾ Центр. гос. ист. архив Литов. ССР, ф. 1135, д. 2—38, 280 л.

ций. Но в нем отражены и новые достижения XVII в. и даже некоторые смелые идеи, вошедшие в естественные науки наших дней и составившие их математическую основу. В своей книге Рудамин описывает недавно изобретенный Галилеем телескоп (*lunus astronomicus*) и упоминает о ведущихся в Вильнюсе наблюдениях за открытыми Галилеем спутниками Юпитера. В своих астрономических рассуждениях Рудамин опирается на Птолемея, Коперника, Галилея, Тихо Браге и на другие авторитеты, сравнивая систему Коперника с другими системами мира. Поэтому остается не ясным, на каких основаниях автор недавно вышедшей книги о гелиоцентризме в Польше Б. Беньковска утверждает, что «он [Рудамин] даже не упомянул о существовании разных теорий строения Вселенной, и попросту сказал, что все небо оборачивается вокруг Земли через 24 ч., не упомянув ни о Птолемея, ни о Тихо, ни тем более о Копернике»¹⁾.

«Centuria astronomica» (1639) Альберта Дыблинского прежде всего опирается на средневековую астрономию, занимавшую еще достаточно прочные позиции в мировой науке. Большинство вопросов автор объясняет в духе Аристотеля и Птолемея. Но Дыблинский использовал и работы Коперника, хотя не всегда трактовал тот или иной вопрос с его позиций. Упомянув о нем, Дыблинский отзывается с большим уважением, называя его «великий Коперник» («Magni Copernici») или «великий Николай Коперник, каноник вармийский» («Magni Nicolai Copernici canonici Varmiensis», с. 91). Некоторые вопросы Дыблинский излагает по-коперникански, но не всегда эти изложения доводит до конца. Рассказывая, например, о движении планет вокруг Солнца, он говорит об обращении Сатурна, Юпитера, Марса, Венеры, Меркурия, не упоминая об обращении Земли вокруг Солнца. Рассматривая движение планет с гелиоцентрических позиций, Дыблинский использовал не только теоретическое

¹⁾ Bieńkowska B., Kopernik i heliocentryzm w Polskiej kulturze umysłowej do końca XVIII wieku. Wrocław [i in], Zakł. Narodowy im. Ossolińskich, Wydawn. Polskiej Akad. Nauk, 1971, 295 с. (Zakład Historii Nauki i Techniki Polskiej Akad. Nauk, Studia Copernicana III), стр. 116.

учение, но и свои телескопические наблюдения фаз Венеры и Меркурия в связи с видимым положением этих планет относительно Солнца.

Руководствуясь коперниканским учением для объяснения некоторых небесных явлений, Дыблинский, вероятно, пользовался книгой Коперника «Об обращениях небесных сфер», которая, по-видимому, в то время уже была в библиотеке университета (где она хранится и в настоящее время).

Знакомясь с книгой Дыблинского, изложением материала в ней, использованными источниками, можно прийти к выводу, что в то время она была довольно прогрессивной и, возможно, одной из лучших книг, в популярной форме излагающей основы астрономии. Это подтверждает и тот факт, что даже спустя 68 лет после выхода в свет «*Centuria*» была переведена на русский язык.

Читая другие книги, изданные в Вильнюсе в XVII в., большая или меньшая часть которых посвящена астрономии, приходим к выводу, что авторам книг (*Stanisławski J., Exegesis festivitatis paschalis, 1646; Białkowski N. C., Theorocentrica sive mathematicae de punctis et centrīs considerationes, 1644; Płoszowski J., Universa meteorologia, 1643; Karwosiecki W., Theoremata catoptrica, seu de speculis historiis, 1636; Młodziejowski J., Theoremata de oculo, 1641*) была хорошо известна теория Коперника. Кроме чисто календарных вопросов, Я. Станцкевич дает и астрономические сведения о солнечном годе (с. 41—46), о лунном годе (с. 52—61), о солнечном цикле (с. 85—96). Говоря о солнечном годе, автор упоминает о вычислениях Коперника и об им установленных терминах (с. 44). И. Млодзяковский говорит об исследованиях Коперника и Тихо Браге, посвященных определению расстояний до звезд и планет и подчеркивает, что «великий Коперник» указал, что расстояние постоянных звезд от Солнца гораздо больше, чем расстояние Солнца от Земли. В книге также рассматриваются особенности устройства телескопа.

Некоторые математико-астрономические труды XVII в. сохранились в рукописях. Одна из старейших — рукопись учебника «*Elementale mathematicarum disci-*

plinarum. Elementale astronomicum» (1629—1630) А. Милевского¹⁾. Астрономия в ней изложена с геоцентрических позиций. Но наряду с системой Птолемея здесь дается объяснение системам Коперника и Тихо Браге. Рукопись Милевского — первая из известных нам рукописей, в которой помещен схематический рисунок системы Коперника.

С момента основания Вильнюсского университета в нем было два факультета: философский и богословский, причем первый был как бы подготовительным по отношению ко второму. Учеба на философском факультете продолжалась три года. Здесь преподавали философию, математику, географию, историю и свободные науки (*litterae humaniores*): латинский и греческий языки, риторику, поэтику, грамматику.

Курс философии излагался в течение трех лет. Это была схоластическая философия, появившаяся в Литве во второй половине XVI в., когда сюда прибыли иезуиты, чтобы бороться с распространившейся реформацией. В Вильнюсском университете того времени, курс философии состоял из четырех частей: логики, натурфилософии, метафизики и этики.

Самой значительной частью философского курса была натурфилософия или физика (*philosophia naturalis seu physica*). В нее входила и астрономия.

Форма преподавания физики не отличалась от других схоластических дисциплин. Самым большим авторитетом, как и в схоластической философии, считался Аристотель, и фактически преподавалась его натурфилософия, поддерживаемая средневековыми схоластами Фомой Аквинским, Дунсом Скоттом, Вильямом Оккэмом, а также известными теоретиками иезуитов XVI—XVII вв.: Суаресом, Арриагой, Фонсекой, Толетом и другими. Некоторые преподаватели опирались и на Роджера Бэкона, хотя иногда и критиковали его взгляды. Находились преподаватели, которые критиковали и Фому Аквинского, хотя положения о преподавании (*Ratio Studiorum*), установ-

¹⁾ Рукописный отд. Вильнюсского гос. ун-та (в дальнейшем — ВГУ), ф. 3-2349.

ленные руководством иезуитского ордена, предписывали отзываться о Фоме Аквинском только с почтением. В предписаниях также указывалось на то, что самовольно нельзя излагать какие-либо новые доктрины, не одобренные руководством ордена. Представителей новой науки разрешалось только критиковать. Но и в критических высказываниях, хотя и не столь широко, сообщалось о прогрессивных идеях в области естественных наук и взглядах известных ученых: Декарта, Коперника, Тихо Браге, Галилея, Бруно, Кеплера, Кирхера, Гарвея и др.

Таким образом, студенты имели возможность сравнивать науку нового времени со схоластической. Конечно, это зависело от взглядов и широты знаний преподавателей. Одни из них ограничивались только сообщением, что взгляды ими называемых ученых ошибочны или запрещены, другие объясняли их подробнее.

Разъясняя строение Вселенной, большинство преподавателей знакомило студентов с тремя основными системами: Птолемея, Коперника и Тихо Браге. Система Коперника преподавалась как гипотеза, иногда сильно критикуемая, но характерно, что так или иначе студенты знакомились с ней. Так, например, неизвестный профессор XVII века, сообщая о системе Коперника как о гипотезе, излагал ее подробнее, чем обе «истинные системы»: «Раньше ученые, такие, как Аристотель, Платон, Птолемей и др., ставили в центре Вселенной Землю. Коперник поставил Солнце. Вокруг него вращаются Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн. В том порядке, в каком они названы. Следуя дальше от Сатурна в бесконечность, располагается небо постоянных звезд (*caelum stellarum fixarum*). А вокруг Земли вращается Луна»¹⁾. Далее автор говорит, что прежде чем принять эту систему, следует выяснить движение в ней. Рассказывает, какова длительность обращения каждой планеты вокруг Солнца, Луны — вокруг Земли. Разъясняет «вторичное» движение Земли, называемое суточным, когда Земля вращается с запада на восток и т. д. Для опровержения этой «гипотезы» автор цитирует 103-й псалом о неподвижности Земли и поясняет, что 5 марта 1616 г.

¹⁾ ВГУ, ф. 3-2010, л. 129—130.

папское министерство — конгрегация — запретило учение Коперника как ошибочное и противное божественному писанию и учению святых отцов, утверждающих, что священное писание нужно принимать как истину.

Подобным же образом знакомят с тремя системами и другие авторы, подчеркивая, что система Коперника запрещена. Особенно достойны внимания изложение и оценка системы Коперника в студенческих записях курса астрономии 1645 г.¹⁾ (По новым исследованиям проф. д-ра Р. Шлечкайтиса и д-ра П. Рабикаускаса эти лекции прочитаны О. Кригером). Давая объяснение всем системам, О. Кригер особо выделяет систему Коперника, положительно отзываясь о ней, называя его открытие удивительным. Из этого совершенно ясно, что он сторонник этой системы: «Николай Коперник, вармийский каноник, объясняя все явления неба, своим замечательным открытием поместил на все времена неподвижное Солнце в центре Вселенной, доказал, что вокруг Солнца движется Земля, вокруг Земли — Луна, а дальше над Луной — Меркурий, Венера и так далее, в соответствии со взглядами современных астрономов. Великий Коперник мудро раскрыл это расположение сфер, чем наглядно показал, на что способен человеческий разум; однако в связи с изданием какой-то итальянской книжки в защиту Коперника, церковь запретила его теорию как безусловно противоречащую священному писанию, утверждающему во многих местах, что Солнце движется, а Земля находится в покое».

Это показывает, что уже в середине XVII в. были преподаватели, которые понимали и ценили прогрессивность системы Коперника, не избегая об этом говорить со студентами, и идеи Коперника, хотя и с трудом пробивавшие себе путь, с течением времени все прочнее обосновывались в Вильнюсском университете.

Научные открытия XVII в. подтвердили правильность гелиоцентрической системы Коперника, однако ее не утвердили в мировых научных центрах. В официальных лекциях в университетах, за небольшим исключением, и в XVIII в. система мира все еще объяснялась по

¹⁾ ВГУ, ф. 3-2097, л. 670.

Птолемею. Только в 1822 г. Римская Курия, учитывая научные достижения, разрешила печатать книги, пропагандирующие гелиоцентрическую систему, а в 1826 г. «De revolutionibus» наконец была вычеркнута из списка запрещенных книг.

Предполагают, что впервые лекции о строении Вселенной по теории Коперника были прочитаны в Испании, в Саламанкском университете в 1561 г. До начала XVII в. система Коперника отвергалась даже в Сорбонне. Похожее и даже в некотором отношении худшее положение было в Польше, особенно в Кракове, где преобладали средневековые методы обучения. Только в 1782 г. Я. Снядецкий публично выступил в защиту учения Коперника. В старейших университетах Америки, Йельском и Гарвардском, системы Коперника и Птолемея излагались параллельно до конца XVIII в.

После основания астрономической обсерватории в 1753 г. астрономия в Вильнюсском университете начала быстро развиваться, хотя и сталкиваясь с большими трудностями. В это время астрономию преподавал профессор математики, основатель и первый директор обсерватории Томас Жебровский (Жябраускас. Жябрис) (1714—1758). Составленная им экзаменационная программа астрономии 1754 г. дает понятие об уровне развития астрономии в то время и о качестве лекций самого Жебровского.

Наиболее интересна часть программы, касающаяся наблюдений. Она свидетельствует о том, что уже в то время в университете достаточно серьезное внимание уделялось практическим занятиям студентов по астрономии, во время которых подтверждались и пропагандировались новейшие достижения астрономической науки, причем делались ссылки на известнейших ученых, не исключая Коперника, Галилея и др.

В работах и программах Жебровского мы не находим прямого признания системы Коперника, но рассматривая даваемые им задания, можем утверждать, что он не был твердым сторонником геоцентрической системы. Скорее всего, он придерживался системы Тихо Браге.

Иезуиты понимали, что система Коперника неопровержима, однако студентам преподносили ее только как гипо-

тезу. Они уже не могли отрицать достижений астрономии и поэтому старались дипломатически обходить острые вопросы. Таким образом, астрономия приобрела прикладной характер, основное внимание студентов сосредоточивалось на практических наблюдениях.

Когда Вильнюсский университет был освобожден от опеки иезуитов (после упразднения иезуитского ордена в 1773 г.), в нем произошли некоторые реформы. Деятельность университета стала больше отвечать требованиям жизни. Было введено преподавание ряда новых предметов. С 1781 г. в университете стали печатать «Проспекты» — программы по всем преподаваемым предметам, в том числе и по астрономии.

Знакомясь с программами по астрономии, можно определить, что в них отражены все важнейшие в то время вопросы по астрономии, а господствовавшие в университете взгляды на Вселенную более или менее соответствовали взглядам Коперника.

В программе 1781/82 учебного года кроме других важнейших объектов астрономии, А. Стрецкий предусматривал и преподавание ее истории. Включение истории в программу было прогрессивным явлением, так как она тесно связана с историей общественных взглядов, что хорошо понимал и подчеркивал в своей программе Стрецкий. Почти во всех программах, начиная с программы Стрецкого на 1784/85 уч. г., находим вопрос о движениях Земли и о Солнечной системе.

В годы, когда во главе университета был Ян Снядецкий, завершился период реорганизации, начался период зрелости и расцвета университета как научного учреждения. По научному уровню, числу профессоров и студентов он был одним из ведущих университетов Российской империи. Особенно окрепли естественные и математические науки, так как Снядецкий, будучи знатоком этих наук и хорошим специалистом, уделял им особенно много внимания.

В то время астрономию преподавал Цезарь Каминский (1765—1827). В 1811 г., получив кафедру астрономии, он составил свою программу, взяв за основу работы Снядецкого. В его программу входило изложение системы мира, лунные и солнечные затмения, объяснение явлений,

вытекающих из суточного вращения Земли вокруг своей оси и годичного — вокруг Солнца и др. Каминский уже открыто говорил о системе Коперника, потому что ректор университета и директор обсерватории прогрессивный Ян Снядецкий объявил себя коперниканцем.

Еще более открыто и с большой симпатией к Копернику излагал его учение Винцент Карчевский (1789—1832), сменивший Каминского в 1814 г. Карчевский сам составил курс астрономии, снова включив в него историю астрономии.

Карчевский был способным преподавателем и автором многих математических и астрономических работ. В книге «Astronomia»¹⁾ Карчевский излагает систему Коперника, описывает ее развитие и распространение, с глубоким уважением и симпатией говорит о Галилее как о мученике науки. Будучи за границей, он вторично издает трактат Снядецкого о Копернике и распространяет его не только во Франции, но и в других странах.

Так учение Коперника, сталкиваясь с разными препятствиями, с течением времени заняло достойное место на лекциях и в трудах профессоров Вильнюсского университета.

¹⁾ K a r c z e w s k i W., *Astronomia zawarta w dwódziestu dwóch lekcjach...* Cz. 1—2. Wilna, w druk. Marciniowskiego, 1826. Cz. 1 (14), 196 с. с табл., Cz. 2 (7), 186 с. с табл.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ КОПЕРНИКА В «СОЧИНЕНИИ О КООРДИНАТАХ»

Л. С. Барановская

Способы решения сферических треугольников развивались по двум направлениям:

а) применением соотношений в сферическом полном четырехстороннике («правило шести величин» и «правило четырех величин»);

б) заменой решения сферического треугольника решением плоских треугольников.

Впервые последний способ был применен Сабитом ибн Коррой (836—901), потом в 1533 г. Региомontanом и, наконец, Коперником в работе «De revolutionibus».

Задача у Коперника сформулирована так:

«В сферических треугольниках, имеющих прямой угол, хорда двойной стороны, противолежащей прямому углу, относится к хорде двойной какой-нибудь из обеих сторон, заключающих прямой угол, как диаметр шара относится к хорде двойного угла, образуемого на большом круге шара первой стороной и третьей».

Все решение у Коперника записано словами, без формул. Рассмотрим его в привычном для нас виде.

В треугольнике abc (рис. 1) угол $c = 90^\circ$. Приняв точку a за полюс, опишем дугу большого круга de и дополним ab и ac до квадрантов abd и ace . Тогда: $\widehat{ad} = \widehat{ae} = 90^\circ$, $\angle acb = 90^\circ$, $fd = fe = R$, $\angle aed = 90^\circ$, $\angle efd = A$. Плоскости fad и fae пересекаются по линии fa ,

» fda и fde » » fd ,

» cfa и cfb » » cf .

Проведем перпендикуляры: $bg \perp fa$, $bi \perp gc$, $dk \perp fe$. Тогда $kd \perp$ пл. aef , $bi \perp$ пл. aef , откуда следует, что $dk \parallel bi$,

$gb \parallel fd$. Кроме того, $\angle fgb = \angle gfd = 90^\circ$, $\angle jkd = \angle gib = 90^\circ$. Из подобия треугольников: $\triangle gib \sim \triangle fkd$ получаем

$$\frac{bg}{bi} = \frac{df}{dk}$$

или

$$\frac{\text{хорда } 2ab}{\text{хорда } 2bc} = \frac{2R}{\text{хорда } 2A}.$$

Современная запись этого равенства имеет вид

$$\frac{\sin ab}{\sin bc} = \frac{R}{\sin A}.$$

Таким образом, решение прямоугольного сферического треугольника abc Коперник вначале привел к решению двух сферических треугольников dae и bac , а затем заменил их плоскими треугольниками gib и fkd .

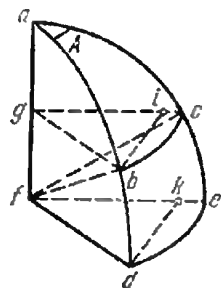


Рис. 1.

Представляет несомненный интерес то, что способ Коперника мы находим в монгольском ксилографе 1712 г. «Сольбицан барих бодорол бичиг»¹⁾. В первой тетради четвертой папки этой книги определяется «высота Солнца в средине весны и осени», т. е. во время равноденствия. Сначала дается формулировка решения: «Радиус так относится к синусу высоты экватора, как косинус расстояния Солнца до полудня (меридиана) к синусу высоты Солнца в данное время», а потом само решение.

Как формулировка решения, так и само решение показывает, что был применен метод Коперника.

Чертежи сферических треугольников у монголов отличаются тем, что сферический треугольник дан на небесной сфере и повернут на 180° (рис. 2), а потом перевернут.

¹⁾ Дословный перевод: «Сочинение, содержащее теорию перепрещиваний». Если принять современное значение слова «сольбица» — координаты, то можно перевести так: «Сочинение о координатах».

В «Сочинении о координатах» рассматриваются два сферических треугольника: данный bca и aed .

Обозначив пересечение экватора dba с горизонтом esa точкой a , с вертикалом Солнца — точкой b и с меридианом — точкой d , пересечение горизонта с вертикалом Солнца — точкой c , а с меридианом — точкой e , получим два прямоугольных сферических треугольника $\triangle bca$ и $\triangle aed$ ($\angle c = \angle e = 90^\circ$).

Так как положение Солнца берется в дни равноденствий, то суточной параллелью Солнца будет экватор. В этот момент день равен ночи и $\widehat{ad}$, расстояние от точки восхода до точки верхней кульминации Солнца, равна 90° ; аналогично расстояние ae от точки востока до точки юга будет равно 90° . Сторона $ab = 90^\circ - t$, где t — часовой угол Солнца, $cb = h$ — высоте Солнца, $ed = 90^\circ - \varphi$, где φ — широта места.

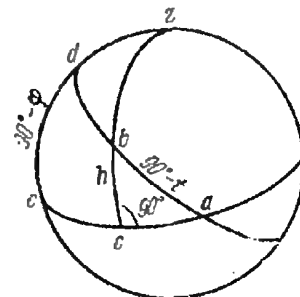


Рис. 2.

Для удобства повернем треугольник так, чтобы точка a была наверху, а будет полюсом de . Соединив вершины треугольника с центром небесной сферы f и проведя прямые $d'f \perp fe$, $bi \perp gc$, $gb \perp af$, мы получим рисунок, совпадающий с рисунком в задаче Коперника (рис. 1). Так же как и в задаче Коперника, здесь образуются два подобных треугольника, $\triangle gib \sim \triangle fkd$.

В «Сочинении о координатах» решение дается в 3 этапа.

Первый этап. По стороне ab и внутреннему углу a ищут дугу bc (рис. 2).

Сторона $fd = R$ (1), а из полученных треугольников можно найти и другие величины: gb , dk и bi .

Второй этап. Находим $\sin(90^\circ - \varphi)$ (2) — синус высоты экватора.

Третий этап. Определяем синус разности 90° и расстояния от меридиана (часовой угол), т. е. $\sin(ab) = \sin(90^\circ - t)$ (3).

Если перемножить выражения (2) и (3) и разделить на (1), получим высоту Солнца $\frac{\sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - t)}{R} = \sin h$ или $\frac{R}{\sin(90^\circ - \varphi)} = \frac{\cos t}{\sin h}$, откуда легко найти высоту Солнца h .

Как и при решении других задач, в «Сочинении о координатах» не объясняется, почему надо брать те или другие числа, производить те или иные действия.

Очевидно, что искомое решение получилось из подобия треугольников $fk d$ и gib (рис. 1), которое дает пропорцию:

$$\frac{fd}{dk} = \frac{gb}{bi}, \quad \frac{R}{\sin(90^\circ - \varphi)} = \frac{\sin(90^\circ - t)}{\sin h}.$$

Решение аналогично решению Коперника.

Таким образом, из различных способов решения прямоугольных сферических треугольников авторы «Сочинения о координатах» выбрали наиболее простое и впервые применили его к решению астрономической задачи.

СТАТЬИ РАЗЛИЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ

ТРУДЫ КЕПЛЕРА В ОБЛАСТИ ОПТИКИ¹⁾

В. П. Личник

Иоганн Кеплер был не только великим астрономом, разгадавшим истинные законы движения планет, он был и выдающимся физиком-оптиком. Значительная часть его работ (не менее четверти) посвящена оптике. В этих работах высказывается так много положений и предположений, не всегда правильных, что изложение их содержания в коротком докладе является очень трудным и мало исчерпывающим. Будучи астрономом, Кеплер всегда стремился указать приложения, которые может иметь оптика в астрономии. Первый труд Кеплера по оптике — это «*Paralipomena in Vitellionem*». (Дополнения к «Оптике» польского ученого Вителло, написанной в XIII в. и являвшейся основным сочинением по оптике во времена Кеплера.) К нему было присоединено сочинение по оптике арабского ученого Альхазена. В основном это были компиляции, использовавшие результаты древнегреческих ученых Евклида, Птолемея и др.

Вторым сочинением Кеплера является «*Astronomiæ pars optica*» («Астрономическая часть оптики»).

Третий труд, может быть, самый интересный, — это «Диоптрика», где, между прочим, описывается и знаменитая астрономическая труба Кеплера. Наконец много вопросов, относящихся к оптике, разбирается в переписке Кеплера с разными учеными того времени.

¹⁾ Доклад, прочитанный на Международном симпозиуме, посвященном 400-летию со дня рождения Кеплера, который проходил в Ленинграде 26—28 августа 1971 г. в рамках XIII Международного конгресса по истории науки.

«*Paralipomena*» открывается общими соображениями о природе света (*De natura lucis*). Эти соображения носят отчасти философский характер, а иногда и просто теологический. Свет является одним из факторов, обуславливающих взаимодействие материальных тел, так как тела сами по себе не способны к движению. Скорость света бесконечна, так как он не имеет массы. Свет не уничтожаем в пространстве, распределен по поверхности сферы, поэтому отсюда следует закон обратной пропорциональности освещенности квадрату расстояния от источника. Изменение направления распространения света при попадании на материальное тело зависит от свойства поверхности тела.

Цвет — это свет, дремлющий в прозрачном теле и взаимодействующий с падающим, что вообще согласуется с Аристотелем.

При отражении света соблюдается равенство углов падения и отражения, а также нахождение обоих лучей в одной плоскости с нормалью к поверхности тела. Апплогично при преломлении.

Свет согревает тела, иногда их разрушает, а также разрушает цвет тел.

В разделе «*De figuratione lucis*» («Об изображениях, даваемых светом») рассматривается зависимость четкости изображения в камере-обскуре от величины и формы отверстия, а также от формы и расстояния объекта и изображения. Этот вопрос очень важен при наблюдении солнечных затмений в темном помещении, куда впускается солнечный луч через отверстие. Кеплер выяснил причину закругления рогов в изображении прикрытого луной солнечного диска и дал точный расчет увеличения видимого на экране солнечного диска.

Раздел «*De fundamentis catoptriciis et loco imaginis*» («Об основаниях катоптрики и месте изображения») трактует об отражении от плоского и сферического зеркала и о месте отраженного изображения. Здесь, между прочим, опровергается утверждение Евклида о том, что будто бы изображение вообще исчезает, если закрыта часть зеркала у нормали к нему, проходящей через предмет, а следовательно, и через изображение. Для доказательства Кеплер рассматривает наклонные лучи. При рас-

суждении о месте изображения рассматриваются возможности глазомерной оценки расстояния до изображения как при зрении двумя глазами, так и одним глазом.

Наконец рассматривается место изображения в выпуклом и вогнутом зеркале. Интересно, что Кеплер берет такой сложный случай, как рассмотрение изображения глазом, помещенным сравнительно близко от касательной к поверхности зеркала. Очевидно поэтому здесь нет и намек на так знакомые нам соотношения расстояний между предметом, изображением и поверхностью зеркала на линии, соединяющей предмет, изображение и центр зеркала.

В разделе «*De refractionum mensura*» («Об измерении рефракций») Кеплер пытается найти закон преломления на основании известных ему экспериментальных данных: таблицы Птолемея в передаче Вителло и таблицы рефракции Тихо Браге.

Относительно преломления лучей в атмосфере существовали самые противоречивые мнения. Путь, который выбирает Кеплер, очень сложен и представляет интерес своей оригинальностью, но именно эта оригинальность помешала нахождению истинного закона, который позже был открыт Снеллиусом и Декартом. Кеплер пытается найти внутреннюю связь между законами преломления и отражения. Поводом к этому послужило известное явление уменьшения угловых размеров предмета, находящегося на дне сосуда с водой, по сравнению с размерами предмета в воздухе, находящегося на том же расстоянии. Это аналогично виду предмета, наблюдаемого в выпуклом зеркале.

Так как в дальнейшем он пытается моделировать преломление с помощью конических сечений, то он предпосылает параграф о конических сечениях, который является лучшим для того времени изложением вопроса. В нем впервые употребляется термин «фокус».

Затем Кеплер пытается найти зависимость между углами падения и преломления с помощью геометрической модели. Он строит у двух точек A и B (рис. 1), находящихся на некоторой оси, два угла: α и β , которые будут соответственно углом падения и углом преломления луча при переходе из воздуха в воду. Пусть лучи

пересекаются в некоторой точке C . Кеплер строит гиперболу, проходящую через точку C , для которой точки A и B являются фокусами. Он надеется, что и другие точки гиперболы будут давать значения, соответствующие экспериментальным данным. Надежда оказывается напрасной. Тогда он пробует эллипс, затем вообще не связывает точки A и B с фокусами конического сечения и получает тот же результат. Тогда он говорит, что геометрический метод не подходит, надо пробовать. Затем Кеплер

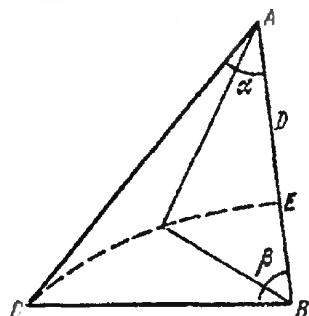


Рис. 1.

оставляет попытки моделирования и предполагает, что зависимость отклонения $(\alpha - \beta)$ луча вследствие преломления распадается на две: от плотности вещества и от углов падения и преломления. Если перефразировать словесное выражение зависимости угла отклонения луча от углов падения и преломления, данной Кеплером, в формулу, то получается $\alpha - \beta = \lambda \alpha \sec \beta$, где λ — постоянный коэффициент. Эта зависимость

довольно хорошо согласуется с экспериментальными данными для воды, которые Кеплер взял у Вителло.

Приведем для иллюстрации таблицу значений, вычисленных по зависимости, данной Кеплером, и по закону Декарта для воды, полагая, что для $\beta = 30^\circ$ результаты совпадают. Показатель преломления воды принят равным 1,33.

Здесь α_k и $[\alpha - \beta]_k$ — значения, получаемые по зависимости Кеплера, Δ — разность углов отклонения луча по Кеплеру и Декарту. Она становится значительной только для $\beta \approx 45^\circ$, т. е. для угла падения $\alpha = 70^\circ 29'$. Интересно, что Кеплер дает крайние значения $\alpha = 90^\circ$ и $\beta = 53^\circ 30'$ для воды, т. е. границу, где начинается полное внутреннее отражение.

Затем Кеплер переходит к атмосферной рефракции.

Тихо Браге составил таблицу атмосферной рефракции на основании своих наблюдений, но его данные не были достаточно надежными. Когда Кеплер пытается с помощью

β	α	α_k	$[\alpha - \beta]$	$[\alpha - \beta]_k$	Δ
10°	$13^\circ 23'$	$13^\circ 18'$	$3^\circ 23'$	$3^\circ 48'$	$5'$
20°	$27^\circ 7'$	$27^\circ 1'$	$7^\circ 7'$	$7^\circ 1'$	$6'$
30°	$41^\circ 48'$	$41^\circ 48'$	$11^\circ 48'$	$11^\circ 48'$	$0'$
40°	$58^\circ 57'$	$58^\circ 45'$	$18^\circ 57'$	$18^\circ 45'$	$12'$
45°	$70^\circ 29'$	$68^\circ 43'$	$25^\circ 29'$	$23^\circ 45'$	$1^\circ 46'$

данных Тихо для рефракции при зенитном расстоянии 89° и 90° получить константы для своей формулы, у него не получается достаточно точной величины для зенитного расстояния 76° , однако позже он находит другие цифры у Тихо, и его уверенность в своей теории растет.

Из своих соображений о зависимости преломления от плотности тела он получает плотность атмосферы 1:1177,7. Таким образом, он впервые говорит о весе воздуха и оценивает его плотность для первого раза не очень уж плохо.

Таблица рефракции Кеплера для тех времен являлась достаточно точной.

Последняя глава «*Radiotomea*» рассматривает глаз как оптический прибор. В ней Кеплер впервые рассматривает ход лучей в различных средах глаза и приходит к заключению, что на сетчатке образуется изображение объекта не как в камере-обскуре с простым отверстием, а эквивалентно камере с линзой. Затем он рассматривает действие очков, улучшающих зрение, а также аккомодацию, указывая на существование ближней и дальней точек четкого изображения. Однако механизм аккомодации он видит либо в изменении расстояния хрусталика от сетчатки либо в изменении плотности жидких сред в глазу. Изменение формы хрусталика ему не пришло в голову.

Все работы Кеплера по оптике в конечном счете имеют целью ее приложения к астрономии. Так и в случае глаза он рассматривает влияние его дефектов на качество астрономических наблюдений. Он рассматривает влияние

положения глаза на точность измерения углов между звездами, кажущееся увеличение угловых размеров яркого объекта (иррадиация), исчезновение слабого объекта поблизости от яркого.

Второй значительный труд Кеплера — «*Astronomiae pars Optica*» («Оптическая часть астрономии»). Здесь три основных раздела:

1. Сочетание и освещение небесных тел и отбрасываемая тень от самосветящихся светил. 2. Изменение кажущегося местонахождения светила (вообще параллакс). 3. Приложение оптики к наблюдению затмений. Кеплер считает самосветящимися Солнце, планеты и звезды; Луна и Земля — тела темные. Любопытны взгляды Кеплера на физическое строение Солнца в свете мировоззрения его времени. Солнце состоит из материи огромной плотности. Его масса равна сумме масс всех прочих светил, так как оно господствует над всем пространством. Структура солнечной материи простейшая и чрезвычайно однородная. Она имеет характер совершенно прозрачной жидкости. Солнце — сердце всей Вселенной. Оно излучает свет и тепло. Однако наподобие тепловой отдачи сердца животного излучение не происходит в виде процесса сжигания. Поэтому причину свечения Солнца можно искать лишь в наличии души (*anima*) или жизненной способности (*facultas vitalis*). Душа имеет своим местопребыванием все тело Солнца и потому заставляет светиться все его части. Показатель преломления Солнца необычайно велик, а потому выходящий из него луч исходит из центра, достигает поверхности по радиусу и распределяется ею по всем направлениям. Таким образом, мы имеем трюйственность: центр, радиус, поверхность — символ божественной троицы (согласно Николаю Кузанскому).

Далее рассматривается освещение Луны Солнцем и положение терминатора в предельных случаях. Приводятся соображения относительно лунной поверхности, которая считается аналогичной земной; светлые места — это моря, а темные — это континенты. В двух главах подробно рассматривается распределение освещения в тени Земли при лунных затмениях; при этом принимается во внимание преломление лучей Солнца в земной атмосфере,

которое укорачивает конус тени, а также способствует окраске Луны в красный цвет во время полной фазы затмения. Изучаются также обстоятельства полных и кольцеобразных солнечных затмений.

В раздел оптических явлений у Кеплера попадает и параллакс, который дан «творцом» человеку как средство для определения небесных расстояний. Кеплер составил таблицы для зенитных расстояний от 1° до 90° и для параллаксов от $1'$ до $66'$ с наставлением, как с помощью этих таблиц можно находить параллаксы по долготе и широте.

Следующий раздел посвящен кажущимся движениям планет, видимых с данного места. Здесь разбираются видимые условия перемещения наблюдаемых объектов как с неподвижного основания, так и при перемещении наблюдателя. Указывается на относительность понятия неподвижного наблюдателя. Кеплер говорит, что находясь на Луне, мы бы рассматривали ее как неподвижную.

В конце труда «*Astronomiae pars Optica*» Кеплер описывает изобретенный им эклиптический инструмент и на ряде примеров показывает его применение. Инструмент представляет собой линейку, которой можно придавать различные направления перемещениями по азимуту и высоте. Эти перемещения могут отмечаться. На одном конце линейки установлена перпендикулярно к ней пластинка с отверстием. На некотором, довольно большом расстоянии от пластинки имеется экран, перпендикулярный к линейке, который в случае надобности можно перемещать по линейке. Если мы направим линейку на Солнце, то на экране получим изображение Солнца, образованное лучами, проходящими через отверстие, как в камере-обскуре. На экране мы можем измерить диаметр изображения Солнца в линейной мере и, зная расстояние от отверстия до экрана, можем найти угловой диаметр Солнца.

Измерение диаметра Солнца с помощью эклиптического инструмента дали большую точность, чем прежние измерения Тихо и Мёстлина. Этот инструмент оказывается полезным также для наблюдения солнечных затмений, для измерения различных фаз затмения. Хотя свет Луны значительно слабее, но все же инструментом можно пользоваться и для наблюдения Луны и ее затмений.

«Диоптрика» — наиболее значительный и, пожалуй, самый интересный труд Кеплера. Можно сказать, что стимулом к написанию этой работы были замечательные астрономические открытия, сделанные Галилеем с помощью зрительной трубы и опубликованные им в книге «Звездный вестник». По прочтении этой книги Кеплер печатает послание к Галилею под названием «*Dissertatio cum Nuncio Sidereo*» («Рассуждение со звездным вестником»), где он говорит, что пишет новую работу по оптике, в которой также рассматривается и зрительная труба.

«Диоптрика» Кеплера отличается от предыдущих двух работ по оптике своим строгим, объективным стилем, несколько напоминающим геометрию Евклида. В ней четко излагаются различные оптические явления и даются их объяснения.

Сначала рассматривается преломление лучей в прозрачных телах, ограниченных плоскостями. После того как дается характеристика преломления, предлагается задача: как измерить преломление луча в твердом теле, ограниченном плоской поверхностью. Затем следует решение этой задачи в двух вариантах. Далее следует ряд положений, выводимых из опыта, например: преломление в стекле и кварце приблизительно одинаково. До угла падения 30° отклонение луча пропорционально этому углу. Отклонение луча до указанной границы втрое меньше угла падения. Точно измеренное отклонение луча не строго пропорционально углу падения.

Наибольшее отклонение луча в кристалле около 48° . Луч, идущий внутри кристалла и попадающий на его поверхность, не выходит из кристалла (полное внутреннее отражение).

Далее рассматривается прохождение лучей через призму, имеющую в сечении форму равнобедренного треугольника, и указывается на окрашенность выходящего луча. Рассмотрение линз начинается с определений сходящегося и расходящегося пучков и видов линз: двояковыпуклых, двояковогнутых, плосковыпуклых, плосковогнутых и, как Кеплер называет, «смешанных».

Фокусное расстояние двояковыпуклой линзы с одинаковой кривизной с обеих сторон равно радиусу кривизны поверхностей, для плосковыпуклой линзы оно вдвое

меньше радиуса кривизны. В промежуточных случаях фокус находится в другом месте, которое указывается описательно. Количественных указаний в алгебраической форме вообще нет.

При описании действия линзы рассматриваются свойства изображения, даваемого положительной линзой. Изображение, даваемое линзой, перевернуто относительно предмета. Размеры предмета и изображения обратно пропорциональны их расстояниям от линзы. Далее предполагаются экспериментальные задачи. Например, найти радиус кривизны равнобедренной линзы. (Для этого нужно измерить расстояние от линзы до изображения далекого предмета: это и будет искомый радиус.) Некоторые из этих задач очень любопытны, например, произвести огонь с помощью двояковыпуклой линзы.

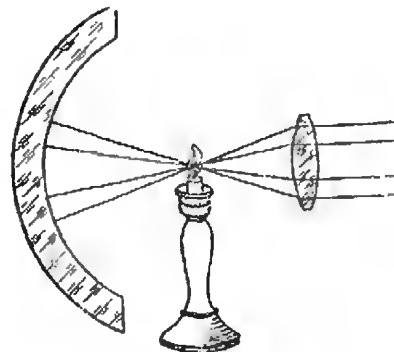


Рис. 2.

Произвести огонь с помощью плосковыпуклой линзы. Ночью, при наличии яркой звезды осветить с помощью выпуклой линзы текст так, чтобы его можно было прочесть. Ночью с помощью выпуклой линзы отбросить свет по возможности далеко. Для этого пламя свечи помещается в фокусе выпуклой линзы. Это прообраз современного прожектора. Замечательно то, что, кроме выпуклой линзы, предлагается за свечой поместить вогнутое зеркало так, чтобы свеча находилась в центре его кривизны. Это полная схема осветительной системы современных проекционных аппаратов (рис. 2). Далее предлагается система дальномера, в которой с помощью измерения расстояния от линзы до изображения предмета определяется расстояние предмета от линзы. И, наконец, доказывалась невозможность зажигания удаленного предмета путем проекции на него изображения раскаленного тела. Это — опровержение предложения современника Кеплера Порты (Porta).

Следующий раздел посвящен глазу и соединению глаза с линзой, свойствам очков и лупы, рассмотрению глазом изображения, даваемого линзой. В этом разделе очень интересным оказывается рассуждение о сходимости лучей в фокусе плосковыпуклой линзы или фокус параллельного пучка лучей, идущего из преломляющей среды через ограничивающую ее сферическую поверхность. Показывается, что лучи не собираются в одной точке, а что

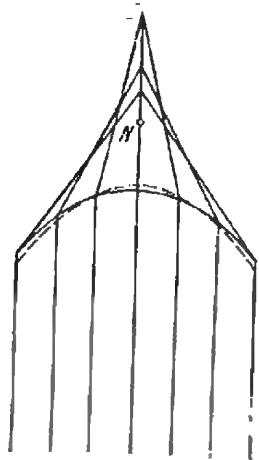


Рис. 3.

разные зоны имеют разные фокусы, причем центральная зона имеет фокус дальше от поверхности, а краевая — ближе. Иначе говоря, описывается явление сферической аберрации. Кеплер ищет форму кривой, которая бы собирала все лучи в одну точку. Такой кривой он считает гиперболу (рис. 3).

Покончив со свойствами одной линзы, Кеплер переходит к системе из двух линз и в первой же задаче раздела дает описание своей трубы. Задача формулируется так. «С помощью двух выпуклых линз получить увеличение предмета с полной четкостью, но в перевернутом положении». С помощью чертежа показывается, как нужно уста-

новить линзу, чтобы получить четкое изображение. Однако никаких числовых указаний не делается. Сам Кеплер эту систему не воспроизвел. Она была сделана и приспособлена к астрономическим наблюдениям Шейнером и описана в его труде «*Rosa Ursina*».

Одна из следующих задач: с помощью двух выпуклых линз получить прямое изображение удаленного предмета на бумаге. Этим способом теперь пользуются для наблюдения Солнца на экране, но об этой возможности Кеплер не говорит.

Еще одна задача: «С помощью выпуклых линз получить увеличенное изображение предмета, отчетливое и прямое». Это так называемая теперь земная труба, но впер-

вые она была воспроизведена также Шейнером. Далее качественно описываются свойства вогнутых линз, главным образом в комбинации с глазом.

В следующем разделе говорится о совместном действии выпуклых и вогнутых линз. Здесь уже с самого начала подробно говорится о зрительной трубе (галилеевой).

51-е определение «Диоптрики» говорит: Зрительная труба представляет собой темный полый цилиндр, оба конца которого закрыты прозрачными стеклами, т. е. это такой инструмент, с помощью которого определенные предметы кажутся расположенными близко.

52-е определение. Одно из отверстий с его стеклом обращено к глазу, а другое к предмету.

53. Постулат. Линии, которые проходят через центры выпуклостей и вогнутостей обеих линз, должны совпадать, чтобы стекла были вставлены в трубу перпендикулярно к оси. Далее указывается, что передняя линза, выпуклая, дает изображение предмета, но на пути к этому изображению ставится вогнутая линза, через которую при известных условиях конвергентности выходящего пучка глазом можно видеть увеличенное прямое изображение. Так действует труба Галилея.

Далее Кеплер ставит задачу получить на бумаге отчетливое обратное изображение удаленного предмета с помощью системы из положительной и отрицательной линз. Из толкования этой задачи можно сделать заключение о том, что Кеплер умозрительно пришел к схеме современного телеобъектива.

Из остальных материалов этого раздела интересны:

1. Опровержение мнения Порты, что можно получить с помощью оптической системы очень тонкий луч, распространяющийся на большое расстояние.

2. Что в центральной части поля зрительной трубы изображение резче, чем в краевой.

3. Что изображения, даваемые небольшой частью объектива, резче, чем при полном отверстии (действие диафрагмы). Однако нигде ничего не говорится о зависимости поля зрения от отверстия объектива галилеевой трубы.

4. Приводится способ определения увеличения зрительной трубы с помощью одновременного наблюдения

какого-нибудь предмета одним глазом непосредственно, а другим через трубу. Этот способ, вероятно, раньше был предложен Галилеем.

В последующем разделе «Диоптрики» рассматриваются разные комбинации выпуклых и вогнутых линз, а также менисков.

«Диоптрика» заканчивается следующей задачей: построить зрительную трубу, в которой линза, обращенная к глазу, выпуклая, а обращенная к предмету вогнутая. Сейчас эта система употребляется для уменьшения фокуса объектива киноаппарата.

Кеплер жил в очень тяжелых материальных условиях и потому не мог испытать на практике ряд своих интересных идей. В частности, самая известная из его оптических идей, так называемая теперь кеплерова труба не была им воспроизведена и достаточно изучена и потому ее замечательное визирующее свойство не было замечено Кеплером. Только почти через сорок лет после смерти Кеплера Озу и Пикар введением нити в фокус объектива трубы Кеплера начали новую эпоху в измерительной астрономии.

«СОТНЯ АСТРОНОМСКАЯ».

ЛЕКЦИИ ПО АСТРОНОМИИ В 30-х ГОДАХ XVII в. В ВИЛЬНЮССКОЙ АКАДЕМИИ

Н. Д. Беспямятных

В 30-х годах XVII в. математику и астрономию в Вильнюсской академии преподавал Освальд Кригер. Лекции Кригера по астрономии были изданы его учеником Альбертом Дыблицким в 1639 г. под названием «Centuria astronomica» («Сотня астрономская»). При изучении этих лекций мы пользовались их переводом на русский язык, выполненным в 1707 г. В. Киприяновым¹⁾. Киприянов подготовил перевод к печати, имея в виду нужды Математико-навигационной школы. Но, очевидно, ни исходные позиции, ни стиль книги не могли удовлетворить потребностей школы, имевшей практические цели подготовки деятелей в области мореплавания, и книга не была издана.

Нас интересовали следующие связанные между собой аспекты «Сотни астрономской»: 1) общее содержание, 2) концепция мира, 3) отражение идей Коперника, 4) математические расчеты.

Вся работа состоит из 100 пунктов («предложений»), каждый приблизительно на получасовую лекцию. Следовательно, это достаточно солидный курс. Последние 10 пунктов относятся к астрологии, на содержании которых мы не будем останавливаться. Астрономический текст занимает свыше 150 страниц.

¹⁾ «Сотня астрономская» еще есть собранная в краткости на латинском языке в Вильне, ныне же ново переведенная в царствующем Великом граде Москве лета 1707 и переписанная на обоих диалектах по гражданской типографии. Типогр.: Васил. Киприян.

В первых пунктах дается по И. Сакробоско описание небесной сферы. Утверждается, что, кроме основной сферы (звезд), существуют семь планетных сфер, которые расположены эксцентрично к основной; по эксцентричным кругам вращаются центры эпициклов; по этим последним движутся планеты. Один из первых чертежей трактует схематически движение Солнца и Луны вокруг Земли по круговым орбитам, расположенным эксцентрично. Этот чертеж имеется и в книге Сакробоско «Сфера Мира». Таким образом, исходные положения этого курса взяты из раннего средневекового источника, и ими в какой-то степени определялось преподавание этой науки.

Сфера для определения положения на ней светил покрывается координатной сеткой. Вводится система основных линий и точек сферы. Описывается годичное движение Солнца по эклиптике с указанием ее наклона к экватору и времени солнцестояний и равноденствий. Отсюда — деление Земли на поясы и описание климатических условий. Астрономия здесь переходит в географию. На этом заканчиваются первые семь «предложений».

В пп. 8—11 объясняются причины, почему продолжительность дня на разных широтах различна. Сообщается максимальная продолжительность дня для ряда пунктов земной поверхности европейских и американских государств, в частности, Москвы и Вильнюса. Диаметр Земли принимается по Тихо Браге равным 1720 германским милям, где миля соответствует $1/15$ градуса, что хотя и грубо, но согласуется с общепринятыми современными данными.

Пп. 12—18 посвящены описанию движения Луны и наблюдаемым при этом явлениям. Наклон орбиты Луны к эклиптике принимается в 5° , что значительно отличается от истинного значения ($5^\circ 9'$). Объясняется явление лунных фаз. Приводится таблица (скрижаль) эпаков для определения «возраста» Луны с формулировкой правила, как этой таблицей пользоваться. Таблица дана за годы 1639—1695, при этом говорится что «эта таблица составлена астрономами и нами удобным методом исправлена». В последующих предложениях (до 23-го) объясняются видимые движения планет. В связи с описанием движения Венеры приводится такой факт: «Трид-

цать лет назад в Вильно днем была видна Венера при Солнце между облаками и искусные астрономы зрительно ее видели». Этот и приведенный выше факт говорят о том, что, действительно, в первой половине XVII столетия в Вильно работали весьма «искусные астрономы».

Вопрос в п. 23 имеет принципиальный характер: «Небеса тверды или течны?» Ответ гласит: небеса тверды, так как звезды не меняют своего относительного положения. Имеется ссылка на священное писание, утверждающее это положение. В п. 25 спрашивается: «Что есть свет звезд?» Ответ: «Единое Солнце в звездах свойственным [собственным] сияет светом, иные все от Солнца просвещены сияют... от них же свет солнечный акси от зеркал сотрених загбен [преломлен], тыя же сияти творит». Следующие пункты продолжают описание Луны, даются описания «что есть скверны в Луне», «почто Луна иногда роговата, иногда горбата, иногда просто является» и что ее рога обозначают. В связи с этим последним автор замечает: «Непскуспый народ от стеснения и возвышения рогов Луны, ово ведро, ово дожди и бури ворожит». И далее: «Роги Луны изостренны уже не по общему мнению, но по разумению мировых астрономов тишину предвещают, яко же роги ее тунно, дожди и бури...». Цвет Луны также связывается с явлениями погоды, поскольку он объясняется состоянием атмосферы. Далее. «Что чремность солнечная утренняя и вечерняя указывает? Предлог сей разрешает сам спаситель наш, Матфея, 16: ведренно будет, черемно бо есть небо и утром днесь буря разжижается, бо смутно небо». Ссылки на священное писание встречаются многократно.

В пп. 35—36 объясняются видимые в телескоп фазы Венеры («аки Луна павая»). Обсуждается вопрос о фазах Меркурия; отсюда можно заключить, что фазы эти наблюдались. Элонгация Венеры и Меркурия приводится по данным Тихо Браге (соответственно 48° и 28°). Положения этих планет даются по Птолемею и Тихо Браге. Здесь автор умалчивает о Копернике. В пп. 40—42 спрашивается: «Отчего происходит блистание звезд?» и «Почто планеты не блистают?». Автор говорит, что на вопрос о «трепетании звезд» разные ученые дают разные ответы. Приводятся мнения Вителло, Кардана, Аристотеля

и др., а Аквалениус «самому богу, небесные естества создавшему, ведение о трепете звезд оставляет». Далее сообщается, что Шейнерус при наблюдении в трубу заметил, как звезды становятся меньше и не трепещут, в то же время планеты видны в трубу в увеличенном размере. Почему не «трепещут» планеты — объясняется по Аристотелю со ссылкой на его трактат «О небе».

В п. 43 решается вопрос о числе небес также со ссылкой на Аристотеля. Но «Различный разлог [расположение] планетных небес Тихон обретает». Далее описываются телескопические наблюдения Веперы в Вильнюсе, произведенные в 1639 г., и вслед за этим дается таблица ее положений за ряд последующих лет с расчетом фаз и с указанием точных дат, когда она будет видна в том или ином удалении от Солнца. Это чрезвычайно интересный пункт, свидетельствующий о том, что в Вильнюсе производились более или менее систематические телескопические наблюдения и точные астрономические расчеты. Телескопические наблюдения в Вильнюсе галилеевых спутников производились в 1632 г. и описаны Я. Дусятским.

П. 44 посвящен решению вопроса о количестве всех звезд. Опорой служит священное писание, где сказано: «умножу семя твое, яко звезды небесны» или же «Исчисли звезды, если можешь!» Это надо понимать так, что число их недоступно полному подсчету. После этого сообщаются данные Тихо Браге о числе «естественно видимых звезд» (незаходящих 780, заходящих 347, всего 1097).

В следующем пункте автор ведет речь о количестве планет и заключает: «Есть и иные многие, но за своей малостью от очей наших скрываются, их же ником зрительным орудием облюдати не можем окрест Солнца блюдящие». Здесь, как видно, автор повторяет распространенное среди астрономов того времени мнение, вызванное открытием спутников Юпитера Галилеем, что существуют планеты, находящиеся в зоне между Солнцем и Меркурием («окрест Солнца блюдящие»). Представляет интерес сообщение такого факта, что Меркурий и Вепера могут проходить по диску Солнца и «Солнце в частице затемняют».

В пп. 46—55 описывается движение звездного неба — суточное и годовое и явления прецессии. Правильно

объясняется вопрос, почему одни звезды являются незаходящими, другие заходящими. Автор в соответствующем пункте ссылается на учение «Великого Циклопа Коперника, каноника Вармского» и Тихо Браге. Пункт завершается выводом: «Совращается все небо звезд через лета 26050» (период прецессии), т. е. принимается реальным вращательное движение небесного свода.

В пп. 56—62 рассматривается годовое движение всех планет и движение Луны. Сообщаются все известные в то время числовые характеристики этих движений. Дается краткая ссылка на учение Коперника, согласно которому попятное движение есть параллактическое смещение.

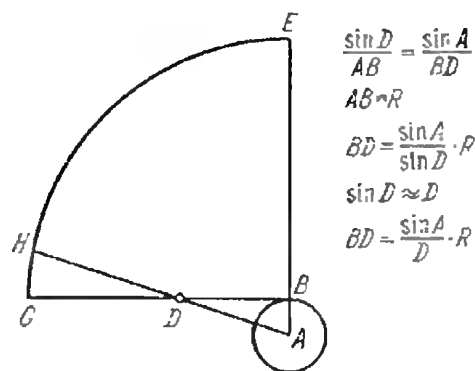
В п. 63 содержатся расчеты скорости движения «звезд твердых» и планет. Расстояние до «неба звезд» принимается по Тихо Браге, длина окружности вычисляется по правилу Архимеда. Затем длина окружности делится на 24 и получается скорость вращения в один час. Скорость получается колоссальной, и, чтобы ее ощутить, автор делает такое сравнение: «Еже движению толико скоро есть, аще яко некое тело подобную скорость окрест Земли двизалось бы, в единого часа расстояние обошло бы Землю 584 стогами (витками)». Выводов из этого автор никаких не делает, не подвергает сомнению существование столь больших скоростей¹⁾.

В пп. 64 и 65 производится вычисление скорости движения Солнца и Луны по данным Тихо Браге. В следующих пунктах объясняется, как определяются расстояния до планет по параллаксу. Явление параллакса описывается подробно и иллюстрируется на чертеже (см. рисунок). Строится прямоугольный параллактический треугольник и решается задача на определение расстояния от центра Земли до светила, когда известен горизонтальный параллакс.

¹⁾ Вот этот расчет: «По Тихону полудиамер Земли 860 поприщ, расстояние до звезд 14 000 полудиамеров. Умножаю 14 000 на 860, получаю 12 040 000. Полудиамер звездного неба 12 040 000 или диаметр будет 24 080 000 поприщ. По Архимеду... на 3 умножаем и тоже на 7 делим и прибавляем, будем иметь 75 680 000 поприщ. Делим на 24, получаем 31 533 333 поприщ (в час).

Общность рассуждения и вывода отсутствует, задача решается с числовыми данными. При вычислении расстояния до Солнца его параллакс (по Тихо Браге) принимается за три минуты. Отсюда и расстояние получается во много раз менее истинного. Расстояние до Луны определено в 60 земных радиусов, т. е. достаточно точно.

В пп. 72 и 73 решается вопрос о размерах Солнца и Луны. Если размеры Луны указаны более или менее реальными, то диаметр Солнца не соответствует действительности, он сильно преуменьшен, что является следствием



ошибочного определения его параллакса. Хотя данные приводятся в готовом виде (по Тихо Браге), но поясняется, как они могут быть получены.

Пункты 78—90 посвящены описанию и расчетам лунных и солнечных затмений. Задача сводится к решению подобных треугольников. Размеры светил, расстояния и скорости движения, необходимые для решения этой задачи, вычислены или приведены в готовом виде в предыдущих пунктах. Автор в связи с этим выражает удивление, что некоторые сомневаются в возможности предвычислений затмений и подшучивают «на смех математиков».

Причины затмений описываются в следующих словах: «Луны затмение случается токмо полнолунием и вынослится вложением Земли (между) Солнцем и Луной, яко еще солнечные лучи Луну за темность Земли досягать не могут»; «Солнце бо егда омрачается, в себе пребывает

светло, но от нас не видися: Луна же просте свет погубляет».

Теория затмений рассматривается достаточно подробно. Так, например, в предложении 83 дается обстоятельный ответ на вопрос: «Почто затмение Солнца и Луны всякие [бывают], некогда долгшим, овогда кратким временем жестеют [продолжаются]». Ответ гласит, что Луна и Солнце бывают на разных расстояниях от Земли, поэтому и конус тени бывает различен, отсюда и разная продолжительность затмений. Учитывается при этом скорость движения тени. На чертежах и с привлечением некоторых расчетов, основанных на теории пропорций, объясняется явление частного солнечного затмения. Дается ответ на вопрос: «Почто Солнце и Луна убо отчасти горния, овогда отчасти нижния омрачаются». Автор знакомит в связи с этим со структурой драконического узла и поясняет на рисунках различные конфигурации в расположении светил, какие возможны в узлах при затмениях.

Остальные пункты относятся к астрологии. Автор критически оценивает область, подлежащую астрологии, но говорит, что «Мы зде неразноственно имя астронома и астролога приемлем».

После общего обзора работы можно сформулировать следующие выводы:

Концепция мира излагается по Аристотелю и Птолемее. Однако автор не пользуется категорической формой изложения принципиально важных вопросов, он всегда приводит и «мнение других астрономов». Многочисленные ссылки на книги священного писания. Часты ссылки на данные Тихо Браге. Числовые характеристики почти полностью заимствованы из трудов этого астронома. В ряде мест приводится «мнение» «Великого Вармского каноника» Н. Коперника. Имя Коперника упоминается в связи с объяснением явлений прецессии и диотных движений. Но полностью учение Коперника не раскрыто, в рукописи отсутствует знакомый по другим сочинениям чертеж, представляющий схематически систему мира по Копернику. Но автор вызывает не упрек, а чувство уважения, что он в столь мрачную эпоху, когда сочинение Коперника было под запретом, имел смелость и

мужество упомянуть имя Коперника, причем в самых теплых выражениях по существу его учения.

Метод изложения можно назвать описательным, словесным, не математическим. Но ряд важных задач решается вычислением. Вычисляются линейные скорости движения светил, расстояние до светил по параллаксу и математически обосновывается теория затмений. Весь математический аппарат сводится к технике четырех арифметических действий с целыми числами и шестидесятеричными дробями, решению прямоугольного треугольника с употреблением синуса, теории подобия и теории пропорций.

Этот аппарат, как видно, новизна, и он соответствует нашим предположениям об объеме математической информации, которую давала Вильнюсская академия в XVI и начале XVII вв.

В заключение отметим, что «Сотне астрономской» посвящена статья В. М. Чепалы («*Centuria Astronomica*» Вильнюсского астронома Альберта Дыблвиского» и ее русский перевод в кн.: Из истории естествознания и техники Прибалтики, т. II (VIII). Рига, 1970, стр. 5—13). В статье в основном освещено позднее этой книги и история ее перевода.

МАЛОИЗВЕСТНЫЕ РУССКИЕ СРЕДНЕВЕКОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПО ХРОНОЛОГИИ — «СЕМИТЫСЯЧНИКИ»

Р. А. Симонов

Рассматриваемые в настоящей статье памятники до сих пор недостаточно известны историкам астрономии. По содержанию эти произведения аналогичны первым пяти разделам замечательного хронологического сочинения Кирика Новгородца «Учение им же ведати человеку числа всех лет», написанного в 1136 г., в которых даются сведения о количестве лет, месяцев, недель, дней и часов «от Адама до сюду», т. е. до времени написания произведения¹⁾. В «семитысячниках» приводятся данные о количестве месяцев, недель, дней и часов в семи тысячах лет (есть списки, содержащие дополнительные сведения, например, о количестве месяцев в 1, 10, 100 и 1000 годах). По аналогии можно заключить, что тексты, условно названные здесь «семитысячниками», восходят к 1492 г. (или к годам, близким к указанному), когда исполнилось семь тысяч лет «от сотворения мира».

В литературе рассматривался один «семитысячник» по сербскому списку XVI в. (в несколько неточном пере-

¹⁾ Кирик Новгородец, «Учение им же ведати человеку числа всех лет». (Публикация Зубова В. П. и Коншиной Т. И. Фототипическое воспроизведение Погодинского списка XVI в. с параллельным переводом на современный русский язык). «Историко-математические исследования», вып. VI, Гостехиздат, 1953 г., стр. 173—191; Зубов В. П., Примечания к «Наставлению, как человеку познати числение лет» Кирика Новгородца. Там же, стр. 192—195.

ложении)¹⁾. Рукопись, где он приводится, хранится в Чехословакии, в Пражском музее. Автор настоящей статьи познакомился с источником по микрофильму, любезно присланному сотрудниками музея. В рукописных сборниках XVI—XVIII вв., хранящихся в Государственной библиотеке СССР им. В. И. Ленина (Москва), встречаются различные варианты русских «семи тысячников». Автору известны эти документы в следующих рукописях:

1) Сборник религиозно-нравоучительный XVI в., фонд 113, № 529, лл. 696—696 об.;

2) Сборник XVII в., фонд 299, № 231, лл. 57—58;

3) Сборник XVII в., фонд 360, № 628, л. 206;

4) Сборник 4-й четверти XVIII в., фонд 218, № 695, лл. 73—73 об.

Сравнение сербского списка «семи тысячника» с русскими аналогичными текстами приводит к выводу, что система записи больших чисел в первом, вероятно, заимствована из русских источников²⁾.

Интерес представляет сравнение хронологического текста Кирика с «семи тысячниками».

Кирик Повгородец в первых разделах «Учения» подсчет месяцев ведет по 12 в году, количество недель и дней — из условия 52-х недель и одного с четвертью дня в году, часов — из расчета 12 часов в дне («кроме почных»). Этому же принципу в основном соответствуют вычисления в «семи тысячниках» (там, где приводимые числовые данные позволяют сделать такое заключение). Отличие состоит в том, что в дне стало считаться по 24 часа, т. е. счет часов стал вестись по суткам. Кроме того, если у Кирика итог в каждом случае выражен одним числом (количество месяцев указано «книжное», а число недель, дней и часов приводится с учетом високосных значений), то в «семи тысячниках» часто двумя: первое дает «книжный» результат, а второе — «високосный». Термин «книж-

¹⁾ Сперанский М. Н., Рукописи Павла Иосифовича Шафарика (ныне Музей Королевства Чешского) в Праге. «Чтения в обществе истории и древностей российских», М., 1894, кн. I, стр. 49; Vašíček J., Vašíček J., Soupis staroslovanských rukopisou Národního muzea v Praze, Praha, 1957, стр. 362.

²⁾ Симонов Р. А., Русская средневековая система больших чисел, Сб. «История и методологии естественных наук», вып. IX, М., изд. МГУ, 1970, стр. 215.

ный» Кирик употребляет в записи данных о числе месяцев, термин «високосный» — в рассматриваемой начальной части «Учения» появляется в пункте о числе дней. Пользуясь методикой Кирика (который, в отличие от «семи тысячников», указывает, как производить соответствующие подсчеты) и учтя суточный счет часов (по 24 часа в дне), можно составить сравнительную таблицу данных о количестве месяцев, недель, дней и часов в 7 тыс. лет:

В семи тысячах лет			
Количество месяцев	Количество недель	Количество дней	Количество часов
84 000	365 250	2 556 750	61 362 000
	36 400 + 1250 книжн. висок.	2 555 000 + 1750 книжн. висок.	61 320 000 + 42 000 книжн. висок.

К данным таблицы ближе всего подходит «семи тысячник» из рукописей № 695 (последняя четверть XVIII в.) и № 231 (XVII в.). В источнике № 695 вместо числа 84 тыс. месяцев ошибочно указано 8 004 тыс. («дней»). Ошибка, очевидно, связана не с самим подсчетом, а допущена при окончательной записи верно найденного числа: она произошла из-за случайной замены (или по недосмотру) символа сплошной окружности, посредством которого обозначались десятки тысяч в «кириллической» нумерации, окружностью из запятых, использовавшейся для выражения миллионов. Число недель указано 364 тыс., т. е. без учета високосных, считая по 52 недели в году ($52 \times 7 \text{ тыс.} = 364 \text{ тыс.}$). Вместо числа дней (с високосными) 2 556 750 приводится 256 760; здесь можно предположить допущенный при записи числа пропуск (по случайности или небрежности) символа 500 тыс., тогда реконструированная запись 2 556 760 будет отличаться на 10 от результата таблицы. Число часов 61 362 тыс. (в тексте специально отмечено: «часов всех и високосных») содержит ошибку во второй цифре, легко обнаруживаемую по смыслу записи. Итак, в отличие от

данных, полученных по методике Кирика Новгородца, в этом «семитысячнике» без учета високосных указывается количество недель; число часов и дней приводится с учетом високосных, т. е. в духе сочинения Кирика. Как у Кирика, в «семитысячнике» из рукописи № 695 итоговые данные записываются в суммарном виде одним числом.

В рукописи № 231 указано «книжных» месяцев 84 тыс., недель 364 тыс., дней 2 555 тыс. (после устранения легко обнаруживаемой ошибки в записи десятков тысяч), часов 60 320 тыс. (по смыслу должно быть 61 320 тыс., ошибка могла возникнуть из-за пропуска одной цифры). Интерес представляют приводящиеся затем данные по високосному счету: месяцев 62 (если считать по 28 дней в месяце, то должно быть 62 месяца и 14 дней, так как далее в памятнике указано в 7 тыс. лет 1750 високосных дней, а $1750 : 28 = 62$ и 14 в остатке). Запись количества недель сильно искажена, прочитывающаяся в ней число 250, возможно, является следом первоначальной записи 1250, поскольку последнее число хорошо согласуется с остальными данными источника: високосных дней 1750, часов 42 тыс. (см. таблицу). В отличие от сочинения Кирика, в «семитысячнике» из рукописи № 231 результаты приводятся в виде двух слагаемых и, кроме того, указаны помимо «книжных» месяцев високосные.

Любопытно, что в сербском «семитысячнике» указано 2495 тыс. суток в 7 тыс. лет, из чего следует, что здесь год принят состоящим из 355 суток ($2\,485\,000 : 7\,000 = 355$).

Изучение текстов «семитысячников» приводит к важному выводу, требующему, впрочем, дальнейшей разработки: категория русских хронологических сочинений типа «Учения» Кирика Новгородца была более разнообразной, чем об этом можно судить, исходя из факта существования единственного памятника XII в. (древнейший список — XVI в.). «Семитысячники», восходящие к концу XV в., связанные с «Учением» Кирика определенной общей традицией, ставят вопрос о непрерывности и преемственности в развитии русской средневековой хронологической культуры в период XII—XV вв.

О ВОСПРИЯТИИ В XV в. НА РУСИ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ТРАКТАТА «ШЕСТОКРЫЛ»

В. К. Кузаков

Восприятие научного открытия — проблема предельно широкая, включающая в себя весьма различные аспекты: воспринимаящая «среда», характер или типология открытия и т. д.

При исследовании развития научной мысли в средневековой Руси нас заинтересовало, каким образом можно объяснить восприятие открытия, которое, казалось бы, полностью противоречит ведущим канонам или «парадигмам» общего мировоззренческого характера, которое направлено против этих канонов и подрывает их. Примером именно такого случая является факт восприятия в XV в. на Руси астрономического трактата «Шестокрыл».

Уже давно внимание историков привлекает ересь, распространившаяся в Новгороде Великом во второй половине XV в. Неоднократно изучались задачи новгородского кружка еретиков и социальные корни, вызвавшие ересь к жизни. Историки науки обращались к ереси очень редко, разбирая в основном еретическую астрономическую литературу. «Шестокрыл» был опубликован А. И. Соболевым, который не привел таблиц, сопровождавших это произведение. Это, а также малопонятный язык затрудняют пользование материалом¹⁾.

«Шестокрыл» представляет собой шесть таблиц («крыльев»), в которых были расположены в определенном

¹⁾ Автор «Шестокрыла» — Имануэльбар-Якоб (XIV в.), итальянский еврей. Текст известен в единственном экземпляре и хранится в музее Холмского православного братства в сборнике XVI в. (По сведениям А. И. Соболева, приведенным в публикации «Переводная литература Московской Руси XIV—XVII вв.», СПб., 1903, стр. 413—419.)

порядке, колонками, цифры, обозначающие годы, месяцы, дни и часы (как целые, так и дробные числа), показывающие периоды обращения Луны, Солнца и т. п. и текст, который является подробным наставлением, как пользоваться этими числами. Читателям, например, объяснялось, какие числа против каких надо было ставить, против каких месяцев, как проводить вычисления с дробными числами (до шестидесятых долей), как вычислять, когда, в каком знаке зодиака будет находиться Солнце и т. п. С помощью этих вычислений можно было определять даты солнечных и лунных затмений и фаз Луны в любое время года. Для Руси того времени это не могло не быть своего рода открытием, значительно меняющим представления о мироздании. «Откровение» это было тем более знаменательным, что приходится учитывать определенный консерватизм русских как духовных, так и светских кругов, встававший на пути всего нового и противоречащего церковной апологетике.

Еще во времена Киевской Руси утвердился тезис о том, что никто, кроме бога-творца, не распоряжается всем подлунным миром и никто, кроме него, не вызывает к жизни те или иные явления природы. Из этого вытекало, как само собой разумеющееся, что человек не может точно знать ни начала, ни конца того или иного явления природы. Это был канон и относился он ко всем явлениям, выходящим за рамки обычного и повторяющегося, к тому, что не использовалось непосредственно в жизни. На последнее перковь, распространяя представление об их предустановленности по божьему велению, однако, не распространяла в той же мере второй компонент — полную непредсказуемость, ибо это резко противоречило бы всей повседневной практике. Важно подчеркнуть, что такое рассогласование в воззрении, наличие взаимоисключающих деталей или частей, имело место. Люди того времени в них свято верили. Князь Игорь во время своего похода на половцев, когда наступило солнечное затмение, обращался к дружинке: «Тайны бога никто же не весть» (т. е. никто не знает тайн бога)¹). Официальные

¹) Полное собрание Русских летописей (ПСРЛ), т. 2, СПб., 1908, стр. 638.

документы того времени, русские летописи подчеркивают этот тезис силою и рядом.

Именно поэтому особенным диссонансом должно было прозвучать для Руси утверждение о том, что при помощи цифр, расположенных в определенном порядке, можно предсказать заранее время солнечных и лунных затмений, «знамений божних». Сам текст из-за малопонятных для русского читателя выражений, к тому же осложненных переводом («тычка», «укоя», «глава зми», «хвост зми» и т. п.), разумеется, не мог не казаться поначалу своеобразным наставлением для проведения сложных магических операций. Достаточно вспомнить, что на Руси повсеместно верили в наговоры, всякого рода колдовства, «порчи».

Перевод «Шестокрыла» (непосредственно с еврейского) был сделан в Западной Руси, о чем говорит язык перевода. Отсюда он попадает вместе с группой торговцев в Новгород Великий в 1472 г. Попадает в город, где еще свежа была память о предыдущей ереси «стригольников»¹) и где церковные иерархи особенно рьяно брались за искоренение всяких попыток изменить догматы вероучения и попыток изменить социальный строй. Казалось бы, «Шестокрыл» не был тем зерном, которое, попав на русскую почву XV столетия, в силу исторических условий дало бы росток.

Как же он мог оказаться воспринятым? Ведь то, о чем в нем говорилось, относилось к сфере «знамений божних», по установившемуся канону явлений непредсказуемых?

С точки зрения психологического анализа восприятия открытия нам здесь представляются имеющими интерес два следующих соображения.

Первое. Различение мотивационной и познавательной сторон восприятия открытия. Они различны прежде всего по своим функциям. Первое лежит в области

¹) Ересь стригольников — ересь, распространявшаяся в Пскове и Новгороде в 50—70 гг. XIV в. Стригольники (по профессии одного из организаторов — цирюльника Карпа) выступали против существовавшего социального строя. Как почти все течения средневекового подобного рода, их критика была направлена против догматов церкви.

социальных отношений. По-видимому, мотивационная сторона — в связи с «Шестокрылом» мы на ней остановимся несколько ниже — сама возможность субъективного принятия открытия, как бы оно не противоречило имеющимся знаниям и представлениям, имеет место. Функция познавательной стороны — перестройка наличной системы знания в некоторых его аспектах. Мотивация предшествует и предопределяет возможность усвоения.

Второе. Передко, когда говорят о стиле эпохи, характерных особенностях познавательной деятельности некоторого периода, незаметно сводят на второй план, фактически игнорируют внутреннюю несогласованность и даже противоречивость в воззрениях. Факт — кардинальной важности. Отрицать их наличие — значит прибегать к помощи чуда для объяснения восприятия нового. Мы уже говорили о мировоззренческом каноне: бог-творец распоряжается миром явлений, он их вызывает, чтобы дать некое знамение людям, следовательно, они принципиально непредсказуемы, ибо человек не может пропикнуть в волю бога. Из этого следует практический принцип: такие явления не проверяются. Они — предмет веры. С другой стороны, в практической деятельности людей того времени (сельском хозяйстве, мореплаваниях, далеких путешествиях, охоте) необходима была ориентация и учет состояния погоды, зависящей от различных факторов и которую можно было предсказывать по различного рода метеорологическим явлениям: окраске облаков, Солнца, гало и т. п. Погодоведение, своеобразная практическая метеорология на Руси получает широкое распространение. Появляется целый ряд сборников подобных предсказаний, в том числе так называемые «Громоушники», где наряду с астрологическими элементами в значительной мере присутствовала народная метеорология, связанная с сельскохозяйственным календарем (в основном стран Востока). Фактически существовал другой неписанный канон: небесные явления тесно связаны между собой, повторяются, существуют их определенные циклы. Отсюда практическое правило: их можно и нужно предсказывать; выводы должны проверяться на практике. Ретроспективно этот канон противоречит первому.

В сознании же людей того времени они благополучно уживались друг с другом. Сферы их деятельности были распределены и до поры до времени не затрагивали друг друга. Появление «Шестокрыла» нарушило это равновесие. Познавательная возможность и механизм его положений, с точки зрения самых общих парадигм, заключаются в перераспределении сферы приложимости канонов. Если бы не существовало второго, то мысль о возможности предсказания солнечного затмения не могла быть принята и усвоена.

Принять ее просто так, без проверки на практике, не могли. Она была особым открытием, открытием, требующим доказательств, и выводы «Шестокрыла» требовали для русского читателя тех времен, разумеется, доказательств во сто крат больших, чем открытия обыкновенные. Ибо в конечном счете «Шестокрыл» в определенной мере влиял на мышление человека средневековья, воспитанного в строгих рамках христианского вероучения. Были ли получены эти доказательства, т. е. использовали ли «Шестокрыл» с его таблицами по прямому назначению — для определения лунных и солнечных затмений? Да.

К сожалению, то обстоятельство, что, попав на Русь, «Шестокрыл» сразу оказался в списках запрещенной литературы, сыграло свою роль: в литературе того времени о «Шестокрыле» упоминается крайне мало. Поэтому историю его в какой-то мере можно проследить по тем нападениям, которым он подвергался со стороны церковников, и по некоторым другим источникам.

Нам кажется, необходимо обратить внимание на известие Новгородской четвертой летописи под 1476 годом. Здесь летописец, описывая затмение, не скрывая своего ужаса, записал о каких-то «верных», которые, как и он сам, были очень напуганы явлением: «по верным оужасти бысть вельми»¹⁾. Деление на «верных» и «неверных» в древней Руси традиционно. Под первыми подразумевались приверженцы буквы христианского вероучения, под вторыми — все, кто выступал против догматов церкви. С этой точки зрения запись вполне понятна, относит-

¹⁾ ПСРЛ, т. 4, ч. I, вып. 2, 1925, стр. 449.

ся именно ко времени знакомства с «Шестокрылом» и связана с ним. С помощью его еретики предсказали затмение этого года, как, впрочем, и другие, насмехаясь над страхами о конце света. Его ожидали именно в конце XV столетия, в 1492 г., когда кончалось 7-е тысячелетие от «сотворения мира». Интересно, что с 1472 г., когда в Новгород попал «Шестокрыл», прошло всего четыре года. И за это время он уже был использован в таком масштабе, что толки о предсказаниях «неверных» будоражили весь город. Недаром новгородский архиепископ Геннадий, пытавшийся ввести инквизиторские методы борьбы с еретиками по примеру испанцев, так тщательно изучает «Шестокрыл», отмечая «что «Шестокрыл» они себе изучив, да тем прельщают христианство, мня, якоже с небеси знамение сводят»¹⁾, т. е. учат предсказывать затмения, делать их явлением обыденным, привлекая тем на свою сторону «верных», т. е. христиан.

Раз правильно предсказав затмение, пользуясь «Шестокрылом», кружок «еретиков», естественно, получал важный козырь для привлечения на свою сторону части новгородцев. Вероятно, они, практически используя его для пропаганды, сами этот аспект полностью не сознавали. Однако этого нельзя сказать о небезызвестном деятеле церкви тех времен, игумене Волоколамского монастыря Иосифе Санине: «Сего ради мнози к ним уклонишася, и погрязоша в глубине отступления»²⁾.

Хотя, разумеется, теоретические вопросы, поднимаемые «еретиками», в конечном счете были более глубокими и касались социальных проблем, в их ряду немаловажное место занимали со своими выводами «Шестокрыл», волей или неволей способствовавший привлечению на сторону «еретиков» новых сторонников. Доказательства правоты «еретиков» в деле предсказания затмения становятся доказательствами их правоты и в вопросах веры. Во всяком случае, вычисления с таблицами «Шестокрыла» не могли не заинтересовать новгородцев своей видной результативностью, проверенной на практике.

¹⁾ Казакова Н. А., Лурье Я. С., Антифеодальные еретические движения на Руси XIV—XVI вв., М., 1955, стр. 311.

²⁾ Там же, стр. 481.

Много различных факторов способствовало тому, что трактат этот хотя и временно, стал довольно популярен в кругах новгородских еретиков конца XV в.

Новгород Великий — вообще своеобразное явление русской жизни тех времен. Город ремесленников и купцов, торговцев, тесно связанный в торговом и культурном отношении с городами Западной Европы, город высокой культуры (одних берестяных грамот найдено на сегодняшний день несколько сотен), город, не затронутый татаро-монгольским нашествием, город предприимчивых поморов и талантливых ремесленников, землепроходцев, он жил весьма интенсивной жизнью, живо откликаясь на все проявления свободомыслия. В его многочисленных кварталах всегда могла находиться почва для восприятия самых, казалось бы, еретических мыслей. Едва ли только кружок «еретиков» ограничивалось числом лиц, знакомых с «Шестокрылом». Фактором определенной значимости могло быть и простое любопытство, изумление тех, кто с ним познакомился.

В обстановке тревожного ожидания окончания света все «знамения» приобретали окраску предвестников всемирной катастрофы. Именно в это время появляется на Руси «Шестокрыл», с помощью которого новгородцы открыли для себя, казалось бы, недоступную разуму возможность предсказывать затмения, а это, разумеется, не могло не привести к мысли об их периодичности, которая и подрывала все учения об окончании мира. Чудо, по крайней мере наполовину, перестало быть чудом. Характерно, что когда Фарварсом предсказал на 1705 год солнечное затмение, Петр I писал Ф. Головину: «Господни адмирал. Будущего месяца... будет великое солнечное затмение. Того ради изволь сие поразгласить в наших людях, что когда оное будет, дабы за чудо не поставили. Понеже когда люди про то ведают прежде, то не есть уже чудо»¹⁾.

Несмотря на то, что появившийся на Руси «Шестокрыл» был слишком необычен для русского читателя в силу своей специфики и направленности, несмотря на

¹⁾ Фесенков В. Г., Очерки истории астрономии в России в XVII—XVIII вв., Тр. Ин-та истории естествозн. и техн., т. II, М., 1948, стр. 9.

то, что он сразу же был внесен в списки запрещенных книг, многим из тех, кто с ним знакомился, оказалось достаточно раз убедиться в правильности его выводов о возможности предсказания затмений, чтобы он был принят. Правильность его предсказания оказывалась сильнее веками внедряемых тезисов священного писания: открытие пробивало себе дорогу через преодоление укоренившихся мистифицированных представлений.

Представляется, что полученные из него выводы — различение «мотивационного» и «познавательного» аспектов восприятия; установление несоответствий в наличествующей системе знаний, определяющих возможность включения нового в эту старую систему — имеет не только локальное значение, но и более широкое. Детализировавшее исследование восприятия «Шестокрыла», спуск от наиболее общих «парадигм» к анализу «механизмов» сцепления и взаимодействия конкретных представлений в настоящее время, к сожалению, невозможен в силу указанной нами в начале статьи нецелостности данных.

РУССКИЙ РУКОПИСНЫЙ УЧЕБНИК КОРАБЛЕВОЖДЕНИЯ 1703 ГОДА¹⁾

В. Райен

(ВЕЛИКОБРИТАНИЯ)

В Британском музее в основном собрании Слоуна (M. S. Sloane, 3227) имеется русская рукопись пи-октаво, содержащая 160 листов, которая является чем-то вроде руководства по кораблевождению. Хотя она написана по-русски, рукопись в английском переплете и когда-то принадлежала сэру Г. Слоуну (Hans Sloane, 1660—1752), выдающемуся английскому ученому, который стал председателем Королевского Общества после И. Ньютона и огромная научная коллекция которого положила начало Британскому музею.

В каталоге рукописей Слоуна эта рукопись отнесена к XVII в. — факт, который сразу привлекает внимание. Рукопись, по-видимому, содержит не полный текст — нет ни титульного листа, ни предисловия, ни колофона. Она написана хорошей скорописью (местами — полууставом) и содержит иллюстрации и математические фигуры, хорошо нарисованные черными и красными чернилами. Все цифры — арабские. Рукопись включает: ряд навигационных проблем с геометрическими и логарифмическими решениями (они большей частью касаются способов прокладки курса и определения местонахождения корабля и т. п.); описание меркаторской карты с объяснением ее преимущества перед простой картой;

¹⁾ Доклад, прочитанный на XIII Международном конгрессе по истории науки, проходившем в Москве с 18 по 24 августа 1971 г., на секции истории физики и астрономии.

таблицы меридиональных частей; таблицы солнечного склонения за период с 1697 по 1712 гг.; таблицы перевода склонения для меридианов к западу и востоку от лондонского; таблицу рефракции Солнца и звезд; таблицу наклона видимого горизонта; употребление этих таблиц; описание трех навигационных приборов («радиус астрономический», квадрант Дависа с рисунком прибора без зеркала и диоптра и лаг). Потом следуют сведения о склонении корабельного компаса, амплитуде Солнца, употреблении логарифмов и логарифмических таблиц, скорости корабля, скорости течения и дрейфа, счисления пути, о вахтенной доске и, наконец, дается образец корабельного вахтенного журнала.

Этот перечень соответствует более или менее второй части описания рукописи, которая когда-то принадлежала В. В. Бобынину и о которой он писал в «Очерках истории развития физико-математических знаний» [1]. К сожалению, Бобынин только указал на содержание рукописи и не описал ее подробно. Однако на основании некоторых соображений он смог указать на 1703 г. как на вероятную дату написания рукописи, и считал, что она связана с Навигацкой школой в Москве, а автором первой части рукописи, касающейся геометрии, был Магницкий. А. П. Денисов [2], видимо, на основании замечаний Бобынина, по нашему мнению, ошибочно приписывает весь текст именно Магницкому. Местонахождение рукописи я, к сожалению, не смог до сих пор установить.

Рукопись Британского музея можно также отнести к 1703 г., ибо, кроме сходства содержания, там, где автор пишет о магнитном склонении, мы находим следующую фразу: «склонение компаса которое есть на Москве сего года 1703 не всегда будет тоже но после немпогих летех будет различное» (л. 75 об.). Образец корабельного журнала имеет дату 1649 г., хотя последние двенадцать листов, которые написаны другим почерком и являются продолжением журнала, датированы 1704 годом. На л. 65 об. находится замечание по-французски «D'une querque se mois de mars 1714», которое показывает, что рукопись, наверное, к этому времени была уже за границей. По крайней мере она должна была быть в Англии до 1752 г., когда Слоун умер.

По всей вероятности, наша рукопись является вторым экземпляром рукописи, упоминаемой Бобыниным, даже подробное описание которой представляет большой исторический интерес.

В чем состоит значение рукописи? Существуют три ранних навигационных текста на русском языке. Первый — произведение, которое находится в нескольких рукописных «Арифметиках» и описано Д. О. Святским [3]. Большинство экземпляров этого текста довольно сильно искажены и вообще он не очень понятен и не мог быть использован для практических целей, хотя стоит отметить один экземпляр (БАН 17.6.24), в котором имеются таблицы склонения Солнца в русской алфавитной нумерации. Святский не обратил внимания на этот экземпляр, и, насколько я мог установить, он вообще остался неизвестным, хотя эти таблицы, должно быть, первые современные астрономические таблицы в русской литературе. Второй навигационный текст — это «Книга учащего морского плаванья», которая была переведена и издана в Амстердаме в 1701 г. И. Ф. Копиевским. Некоторые экземпляры имеют математические таблицы, взятые из какой-то другой книги. Третий навигационный текст — это последняя часть «Арифметики» Магницкого (1703 г.), которая содержит все таблицы, характерные для навигационных учебников того времени, и включает подробности навигационной математики.

Таким образом, в 1703 г., кроме старого рукописного текста, было два печатных издания, которые могли быть использованы в Навигацкой школе для преподавания кораблевождения. Однако Ф. Веселаго [4, стр. 18] заявляет, что студенты Навигацкой школы пользовались не «Арифметикой» Магницкого, а записками шотландского ученого А. Фарварсона в плохом русском переводе (хотя в Уставе Петра от 14 января 1701 г. написано, что Фарварсон должен преподавать математику, а преподаванием навигации будут заниматься его молодые английские коллеги Грис и Гвин).

Может ли наша рукопись быть приписана Фарварсону? П. П. Некарский [5, стр. 122] сообщает, что Фарварсон знал русский язык в совершенстве и что он писал для своих учеников учебники, которые теперь потеряны.

Мы также знаем [4, стр. 100—101], что у него была большая библиотека научных книг и что он проверял точность тридцати восьми переводов, изготовленных для издания Академией. К тому же он сам делал переводы, издавал собственные книги и участвовал в редактировании других. Несомненно, наша рукопись имеет английскую специфику. Например, первый меридиан — Лондонский; скорости и расстояния даются в милях (у Магницкого обычно итальянские мили); в разделе «О смекании пути корабля» автор рукописи пишет: «способ, который у англичан употребляется, есть всех лучший» (т. е. лаг — действительно английское изобретение). Все разделы рукописи, хотя не соответствуют точно разделам одной определенной книги, но все-таки характерны для всех многочисленных и довольно шаблонных английских учебников штурманского дела второй половины XVII в. В описании вахтенной доски и вахтенного журнала можно заметить тождественность доски, вплоть до цифр на ней, с иллюстрацией в книге Д. Ньюхауса [6, стр. 186]. Вахтенный журнал расположен точно так, как рекомендуеться почти во всех английских учебниках, с идентичными формулами, например:

«Диурнал морского пути (вспоможением божиим) на корабле, которому имя ВИКТОРИА, принадлежащему к Лондону, которого корабленачальник есть АВ, от горы приморской ЛИЗАРД в северной ширине $50^{\circ}10'$ и длине от острова Тенарифского $9^{\circ}40'$ к острову БАРБАДОЕС в северной ширине $13^{\circ}10'$ и длине $317^{\circ}40'$, разность длины их $52^{\circ}00'$, угол румба $49^{\circ}13'$ от юга против запада или почти-тай, что $ZB \frac{1}{2}$ к весту расстояние их 3397 миль».

Здесь конечно, стоит заметить, что корабль называется «Виктория»; что его порт приписки — Лондон; что он плавает от Лизарда в Англии до Барбадоса, т. е. стандартное плавание для образцов корабельного журнала в английских учебниках того времени; что Барбадос пишется Барбадос, что отражает английское правописание того времени. Можно также заметить, что величины в таблицах отличаются от величин в таблицах в «Арифметике» Магницкого: он вряд ли составил бы разные таблицы в одном и том же 1703 г. для употребления в одной и той же школе!

Нам кажется поэтому почти несомненным, что материалы для нашего рукописного учебника взяты из английских книг и что автор был по всей вероятности Фарварсон. Но овладел ли Фарварсон русским языком в достаточной степени к 1703 г., чтобы без помощи написать такую книгу по-русски, даже если он потом владел русским языком «в совершенстве»? Возможно, но не очень вероятно. В таком случае откуда техническая терминология нашей рукописи? Самый вероятный источник, конечно, — коллега Фарварсона по Навигацкой школе Леонтий Филиппович Магницкий.

Многие из терминов в «Арифметике» Магницкого также находятся в рукописи — например: глебус, градус, экватор, инструмент, кумпас, меридиан, навигатор, оризон, склонение, таблица, расстояние. Однако иногда термины расходятся: у Магницкого — ромб, широта, таблицы локсодромические, тогда как в рукописи — румб, широта, таблицы меридиональных частей. Последний термин отражает соответственно континентальное и английское употребления, и форма «кумпас», которая, кажется, не находится в других памятниках, наверное, отражает английское произношение слова «compass». Другие термины в нашей рукописи следующие: амплитуд солнца, комплемент высоты, круг арктический (без буквы «к», что тоже характерно для английского произношения того периода), корабленачальник, карбус, морской квадрат, полъ северный, правая и меркаторская картина, прамый и сложный ход корабля, проблема, радиус астрономикус, смекание пути, узел, цилиндр. Большинство этих слов не отмечается раньше нашей рукописи и поэтому текст важен и для истории технической терминологии.

Дальнейшее сравнение рукописи с книгой Магницкого показывает, что язык «Арифметики» имеет сильный литературный, т. е. церковнославянский уклон, тогда как наша рукопись, что касается и языка и орфографии, почти современно русской (за исключением заметки в таблицах «еще будет високос», которая, очевидно, взята из пасхальных таблиц!). Можно также сказать, что по сравнению с многими ранними техническими переводами наш текст очень ясен и понятен.

В итоге можно сделать следующие выводы: рукопись Британского музея Sloane 3227 является русским рукописным учебником по кораблевождению, написанным, по всей вероятности, в 1703 г., с приложением, относящимся к следующему году. Текст был составлен шотландцем А. Фарварсоном, преподавателем Навигацкой школы, по материалам, взятым из английских навигационных книг второй половины XVII в., и предназначался для курсантов Навигацкой школы. Судя по нескольким лингвистическим ошибкам и некоторым терминам, сам Магницкий не участвовал в составлении текста, но, с другой стороны, судя по сходству многих технических терминов с терминологией «Арифметики», автор, несомненно, знал эту книгу и самого Магницкого. Если это предположение правильное, то наша рукопись — технический учебник, по которому учились в самом начале существования Навигацкой школы в Москве первые офицеры русского военно-морского флота. Поэтому наша рукопись представляет исторический памятник, который имеет большое значение для многих отраслей истории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б о б ы н и н В. В., Очерки истории развития физико-математических знаний, Физико-математические науки в их настоящем и прошедшем, 1890 3 (6) за 1887.
2. Д е в я с о в А. П., Леонтий Филиппович Магницкий, 1669—1739, М., «Просвещение», 1967.
3. С в я т с к и й Д. О., Звездное небо архангелогородских мореплавателей XVII века. — Изв. Русского об-ва любителей миропведения, 1917 6, № 4 (28).
4. В е с е л а г о Ф., Очерк истории Морского кадетского корпуса, Спб., 1852.
5. П е к а р с к и й П. П., Наука и литература в России при Петре Великом, т. I, 1862.
6. N e w h o u s e D., The Whole Art of Navigation, L., 1685.

«СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ» ТРИГОРСКОГО ПАРКА

О. В. Бобровникова, Л. Е. Майстров

В центральной части Псковской области, в 120 км от Пскова, в низовьях реки Сороти размещен Пушкинский государственный заповедник. В состав его, кроме могилы А. С. Пушкина в б. Святогорском монастыре (поселок Пушкинские горы), входят три усадебных комплекса, созданных около 200 лет назад: усадьба Михайловское — родовое имение Ганнибалов и Пушкиных; Петровское родовое имение Ганнибалов и Тригорское — имение ближайших соседей и больших друзей А. С. Пушкина, семьи Осиповых-Вульф [1].

Время не сохранило усадьбы в их первоначальном виде. Утрачена часть планировки, погибли в большинстве своем старые древесно-кустарниковые насаждения, на смену которым пришло второе поколение деревьев, изменилась композиция парков, скрытая ныне в гуще новой растительности.

Старые печатные издания, изобразительные материалы и даже легенды — все было использовано при работе над восстановлением парков Пушкинского заповедника. Но основная работа была проведена на местности, в парках, где остатки общей композиции и первоначальных посадок деревьев явились решающими во всей восстановительной работе.

Задача настоящей статьи состоит в том, чтобы рассказать, как был восстановлен утраченный почти полностью первоначальный вид интереснейшей композиции усадьбы Тригорское — «Солнечные часы».

Усадьба Тригорское возникла на рубеже XVIII—XIX вв., ей были присущи все типичные черты поме-

ичьих усадеб того времени. Территория, как правило, была разделена на три части: парадную, хозяйственную и плодовый сад.

В основу композиционного решения парадной части усадьбы Тригорское положен вошедший в России в моду в конце XVIII в. ландшафтный стиль. Ландшафтный, или пейзажный парк строился обычно только на больших пространствах; все элементы построения объединялись общим замыслом, образовывали единую композицию, хотя в большинстве своем казались как бы случайно разбросанными по территории усадьбы. Как правило, их объединяла большая прогулочная дорожка.

В Тригорском очень искусно применен этот свободный стиль построения парковых ансамблей по всем законам и вкусам того времени, при этом хорошо использованы местные природные условия.

В наиболее высокой центральной зоне Тригорского холма размещен господский дом и декоративная (парадная) часть парка. Она была, как показали натурные изыскания, освобождена от растительности, все посадки созданы искусственным путем. Самая западная парковая композиция парадной части усадьбы Тригорское — «Солнечные часы».

Архитектор-планировщик располагал для устройства «Солнечных часов» территорией, форма и размеры которой были уже predeterminedены: на севере и западе откосы с защитным естественным массивом деревьев, которые были точно отграничены от парадной части ровными рядами деревьев; на востоке каскад прудов, местоположение которых было обусловлено подземными ключами и возможностью водосброса — оврагами. Территория представляла собой треугольник. Архитектор разместил в центре треугольника круглую площадку, которая располагается на естественном возвышении.

В настоящее время около сохранившейся круглой площадки находится надпись «Солнечные часы». Круглая площадка была обсажена 12-ю дубами (по числу делений часового циферблата). В центре был установлен столб, направление тени которого указывало время. Сохранилось только семь старых дубов в возрасте около 200 лет;

остальные погибли во время сильных морозов зимой 1939—1940 гг.». Круглая площадка имеет в диаметре 44 м, по ее краю проходит грунтовая дорожка. Центральная часть круга покрыта дерном. Вокруг площадки естественным путем разросся густой парковый массив с преобладанием ели в возрасте 60—70 лет. Вдоль бровки круга, на расстоянии примерно одного метра от нее, частично сохранилась круговая посадка дубов в возрасте 170 лет. Таких дубов сохранилось шесть. Кроме того, в парковом массиве, к юго-западу от площадки, существует радиальный ряд из пяти дубов, также в возрасте 170 лет. Три дорожки: северная, западная и южная на разных расстояниях друг от друга ведут от площадки в парк.

Современное состояние площадки совершенно не соответствует представлению о каких-либо солнечных часах. Надпись же, приведенная выше, и современный деревянный столб, помещенный в центре площадки, не объясняют, а запугивают вопрос о «солнечных часах» (рис. 1).

Первое упоминание о «солнечных часах» мы нашли у М. И. Семевского, посетившего Тригорское в 1866 г., когда имению принадлежало А. Н. Вульффу, сыну П. А. Осиповой, которая скончалась в 1859 г. Осипова

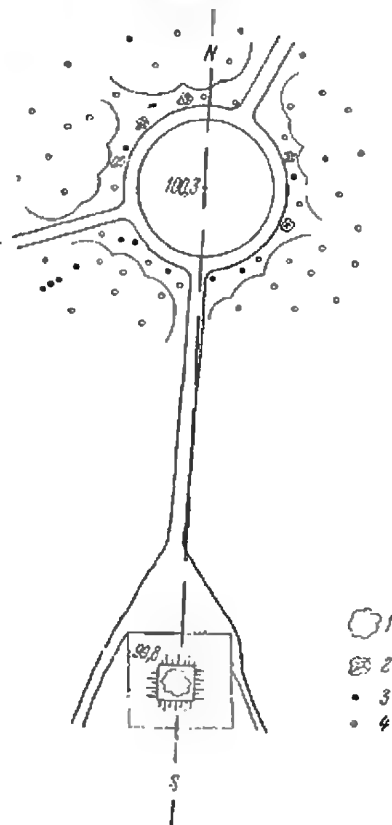


Рис. 1. Современное состояние площадки солнечных часов в Тригорском парке. 1 — «дуб удивный», 2 — пих дубов, 3 — мемориальные дубы, 4 — прочие деревья. На рис. 2 и 3 обозначения те же.

всегда следила за парком и сохраняла его, так что ко времени посещения Семевского парк во многом сохранил свой первоначальный вид, начав только немного зарастать. У Семевского мы читаем: «Там же заметно сохраняются солнечные часы — это ничто иное, как большой круг, по периферии которого посажено 12 дубов и столько же других деревьев» [2]. Таким образом, круглая площадка и в прошлом называлась солнечными часами. Однако 12 дубов, о которых говорит Семевский, это не первоначальное их количество. В 1866 г. вокруг площадки росло 12 дубов, а сколько их было посажено в начале века, Семевский, естественно, не знал. Случайно число дубов, которые сохранились и которые видел Семевский, оказалось равным числу часов на циферблате механических часов — это внесло путаницу, результаты которой видны и в современной надписи около площадки. Слова же Семевского: «столько же других деревьев» совершенно ничего не говорят ни о их размещении, ни о их возрасте и породе.

В 1925 г. Тригорский парк был обследован К. К. Романовым и П. М. Устимовичем. В составленном ими проекте значится: «восстановить солнечные часы, посадить семь дубов» [3]. К сожалению, количество сохранившихся дубов вокруг площадки не указано. Ориентируясь на ближайшее обследование 1929 г., в котором записано: «солнечные часы — это круг, по окружности которого симметрично были расположены дубы, из которых сохранилось восемь» [4], можно считать, что Романов и Устимович зафиксировали не менее 15 посадочных мест для дубов.

В 1934 г. парк обследовал А. Д. Сильвестров, который относительно солнечных часов записал: «от двенадцати дубов, современников Пушкина осталось только восемь» [5]. При обследовании площадки «солнечные часы» в 1968 г. было зафиксировано семь дубов в мемориальном возрасте; один из этих дубов погиб в 1969 г. Поэтому нужно считать совершенно ошибочной надпись перед площадкой, которая говорит о гибели дубов во время сильных морозов зимой 1939—1940 гг.

Сохранившиеся в настоящее время шесть дубов позволили установить центр площадки. Через центр прове-

ли полуденную линию (меридиан, проходящий через центр круга). Полуденная линия, как оказалось, проходит через середину «дуба уединенного», находящегося в 100 м от границы круга.

Если еще учесть, что высота над уровнем моря центра круга (100,3 м от условного уровня) почти равна высоте насыпного кургана, на котором посажен «дуб уединенный» (99,8 м от условного уровня), то не вызывает сомнения, что «дуб уединенный» принадлежит к системе «солнечные часы».

Все дубовые искусственные посадки в композиции «солнечные часы» одновременные. Однако «дуб уединенный» резко отличается по своему внешнему виду от дубов, окружающих круглую площадку. Различия во внешнем облике деревьев возникли не от значительной разницы в возрасте, а от условий произрастания. Деревьям вокруг площадки по 170 лет (возраст всех деревьев определялся при помощи возрастного бура), кроны их сжаты с боков, стволы вытянуты. Это признак того, что дубовая посадка была плотной. «Дуб уединенный» размещен на свободной от других деревьев поляне, высажен на искусственном возвышении, и хотя он незначительно старше остальных дубов (его возраст около 200 лет), в условиях хорошего почвенного и светового режима он достиг в высоту 23 м при диаметре ствола 120 см; поперечник кроны около 20 м.

Большое отличие внешнего вида «дуба уединенного» от дубов, окружающих площадку, и его удаленность от этой площадки послужили причиной того, что единство парковой системы было утрачено.

Вполне вероятно, что первоначально при создании комплекса «солнечные часы» была зафиксирована посадками дуба только полуденная линия. При этом был посажен и дуб (двенадцатичасовой) на пересечении меридиана с окружностью площадки с северной стороны. Ни дуб, ни его остатки не сохранились.

Всем искусственным посадкам парадной части парка Тригорское, созданным в первые годы планировки, по 200 лет. Следовательно, композиция «солнечные часы» создавалась одновременно с другими декоративными композициями парка. После фиксации полуденной линии

в центре площадки были установлены на невысокой тумбе горизонтальные солнечные часы. И только через 20—30 лет было решено обсадить круглую площадку декоративными «часовыми» дубами.

Место посадки дубов определялось продолжением часовых линий на солнечных часах, что соответствует расчету по формуле

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} t \sin \varphi,$$

где x — угол при центре, между данным делением и полуденной линией, t — часовой угол Солнца, φ — широта места.

Расчет по этой формуле дал точное совпадение с оставшимися в натуре элементами «солнечных часов»: рядом дубов на линии «4 часа», дубом на «17 часов» и пнями на 7, 9, 11, 19 «часов». Судя по оставшимся дубам, можно установить, что на линии «4 часа» было 12 этих деревьев. Такой же ряд дубов, по-видимому, был посажен и на линии «20 часов». Остальные «часы» отмечались одним деревом.

Дубы на 5, 6, 8, 10, 12—16, 18 «часов» не сохранились, на месте первого начинается теперь парковая дорожка; от дубов на 7, 9, 11, 19 «часов» остались пни (дерево на «9 часов» погибло в 1969 г.). Между отметками 7 и 8 «часов» находится мемориальный дуб, который не попадает на часовые отметки. На месте дуба «13 часов» теперь растет сль. От «14 часов» теперь начинается парковая дорожка. На месте дерева, указывавшего «16 часов», теперь молодая посадка дуба. Между отметками 16 и 17 «часов» находится дубовый пенек, который не попадает на часовые отметки. На отметке «17 часов» дерево сохранилось.

Сохранившиеся мемориальные дубы и дубовые пни попадают на вычисленные часовые отметки (рис. 2).

От мест размещения погибших дубов с отметками 5 и 14 «часов» в настоящее время отходят две парковые дорожки. Третья дорожка, проходившая в прошлом точно по меридиану, несколько смещена к западу и расширена. Сейчас из центра круга «дуб уединенный» не виден — это одна из причин того, что его не связывают в один комплекс с «солнечными часами». В свое же время узкая дорожка,

обсаженная липами, шла точно по меридиану, в конце дорожки возвышался «дуб уединенный». Ровно в полдень дорожка освещалась Солнцем.

Две другие дорожки, существующие сейчас, проложены в произвольных направлениях, без учета планировки солнечных часов.

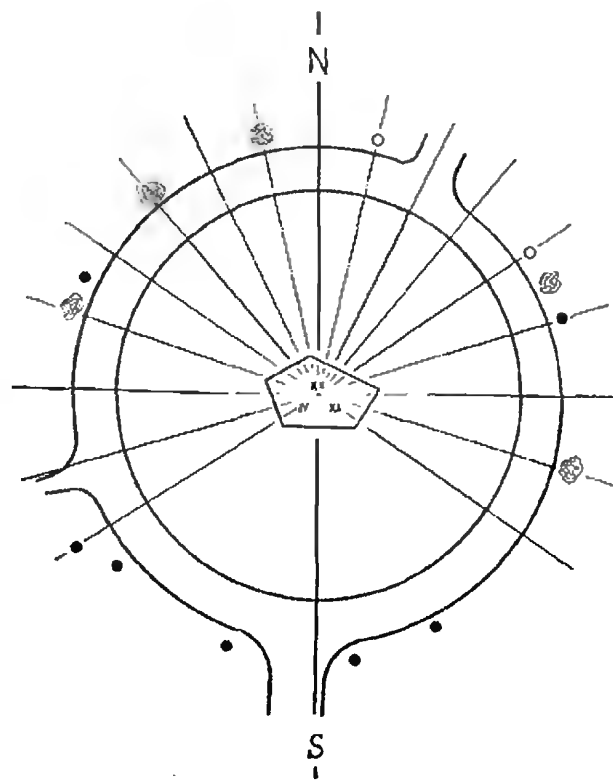


Рис. 2. «Часовые деления».

Южной дорожки для сообщения «часов» с парком было недостаточно. В ландшафтных парках прогулочное кольцо дорожек было рассчитано на последовательную смену впечатлений и пейзажей при прогулках. Отдельные элементы парковых композиций последовательно возникали при прохождении большого прогулочного кольца. Поэтому

через площадку «солнечные часы» необходимо было проходить. Так как относительно полуденной линии все планировочное решение было симметричным, то и дорожек должно было быть три: южная, восточная (утренняя) и западная (вечерняя).

Восточная дорожка имела выход между мемориальным дубом семнадцати часов и дубовым пнем, между отметками 16 и 17 «часов», который не попадал на часовые отметки. Этот пень, а в свое время дерево и часовой дуб («17 часов») фиксировали начало дорожки. Если пересечь по направлению радиуса восточной дорожкой парковый массив, то она соединится с отрезком аллеи на месте ее поворота, между лестницей на подъеме и «аллеей — просекой». Этот отрезок аллеи является сохранившейся частью восточной дорожки. Со стороны парка, сразу же после подъема по небольшой деревянной лестнице, в прошлом открывались две красивейшие перспективы вдоль дорожек: одна вдоль «аллеи — просеки», другая заканчивалась площадкой «часов».

Западная дорожка симметрична восточной относительно полуденной линии; она начиналась между пнем, обозначающим «7 часов» и мемориальным дубом, который не попадает на часовые отметки. Если продолжить радиально эту дорожку, то она будет идти параллельно «аллее — просеке». Современных же двух дорожек (кроме южной) ранее не существовало.

В южном секторе площадки сохранилось четыре мемориальных дуба, которые имеют только декоративное назначение и ни с какими часовыми отметками не связаны. В свое время по дуге южного сектора росло 14 дубов, расстояние между которыми было 2,5 м; два из них фиксировали начало южной дорожки, связывающей в одно целое «дуб уединенный» и круглую площадку солнечных часов.

Парковый комплекс Тригорского «солнечные часы» в период своего сооружения, а также и во времена А. С. Пушкина, имел следующий вид.

В центре круглой площадки на тумбе высотой немногим более метра находились каменные или, скорее, металлические горизонтальные солнечные часы с часовыми делениями от 4 часов утра до 8 вечера — всего 17 отме-

ток. Имеется свидетельство о том, что такие часы существовали еще в конце XIX в. [6, стр. 63]. Площадка радиусом 22 м была обсажена декоративными дубами на местах продолжения часовых линий солнечных часов. Таких

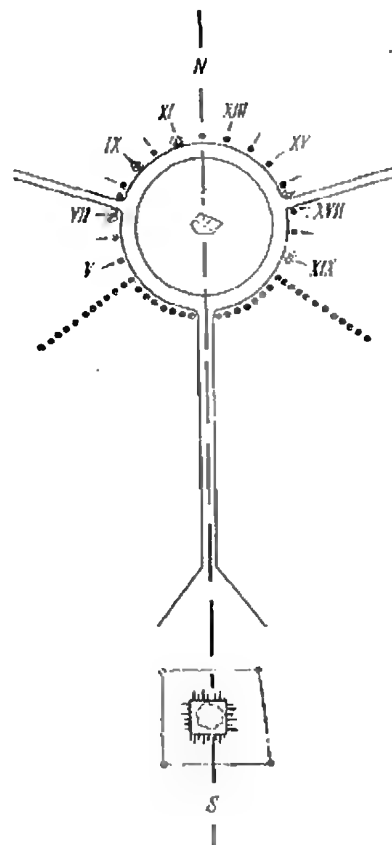


Рис. 3. Реконструкция солнечных часов. Кружками с точкой показаны предлагаемые посадки.

дубов было 17. По этим дубам время не определялось. От крайних часовых дубов (4 утра и 8 вечера) шли радиальные посадки по 12 дубов, которые отделяли часовые дубы от других посадок, а кроме того, символизировали

12 месяцев в году. 14 дубов с южной стороны площадки были чисто декоративными, кроме двух, которые фиксировали начало аллеи. Всего к поляне подходили три радиальные аллеи, делящие окружность на три равные части. Все входы аллей в поляну фиксировались двумя дубами. Две аллеи (восточная и западная) с одной стороны имели часовые дубы (7 часов утра и 5 часов дня), а с другой, на расстоянии двух метров, было посажено еще по дубу. Итак, по кругу поляны было посажено 33 дуба. Механические часы в то время имели уже широкое распространение, но ход их можно было проверить только по солнечным часам. Удобнее всего это было делать в полдень. В этот момент Солнце, «дуб уединенный», центр солнечных часов, и дуб, соответствующий 12 часам, находились на одной линии, проходящей вдоль узкой аллеи. Кроме того, точное направление меридиана нужно было для первоначальной установки солнечных часов (рис. 3).

Обращает на себя внимание то, что все размеры комплекса «солнечные часы» хорошо укладываются в метрические меры. Радиус площадки 22 м, ширина дорожки по ее краю 2 м, расстояние от границ площадки до «дуба уединенного» 100 м.

В существующей литературе утвердилось неправильное представление о «солнечных часах» Тригорского парка. Приведем один пример: «Это — круглая зеленая лужайка, обсаженная могучими дубами. Их было двенадцать, сейчас сохранилось семь. Посредине лужайки ставили шест, и тень от него, как часовая стрелка, ложилась между деревьями, показывая время» [1, стр. 142—143]. Как мы видели, дубов было не 12, а в центре не было шеста. По этому поводу см. также [7].

Не разобравшись в проводимой нами работе, С. С. Гейченко полностью искажил ее смысл, что видно из его слов: «Местоположение «Дуба уединенного» и дубов, стоящих вокруг «циферблата» зеленых часов, находятся во взаимосвязи. Аллея, связывающая два этих элемента, лежит строго по пулковскому меридиану. От циферблата во все стороны некогда шли небольшие аллеи-стрелы, показывающие восход Солнца, полдень, заход Солнца и ночь. Все это образовывало единое меридиальное кольцо» [8, стр. 80].

Комплекс «солнечные часы» Тригорского парка является редким парковым сооружением, которое базируется на геодезических и астрономических расчетах.

Пушкинский заповедник был полностью восстановлен после войны. Прделана огромная работа по собиранию, изучению и пропаганде всего того, что связано с Пушкиным, с его творчеством и его окружением. Всей золе заповедника придется вид, каким он был при Пушкине. Система «солнечные часы» Тригорского парка — лучшее его сооружение — должна быть восстановлена в том виде, в каком им любовался Пушкин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордич А., Пушкин в Псковском крае, Ленинград, 1970.
2. Семейский М. И., Прогулка в Тригорское, «СПб. ведомости», 1866, № 139. Перепечатано в кн.: А. Н. Вульф, Дневники, «Федерация», М., 1929.
3. Романов К. К., Устинович П. М., Осмотр усадьбы Михайловское и Тригорское 18 июня 1925 г. Рукопись хранится в фондах Михайловского Пушкинского заповедника.
4. Обследование 1929 года. Рукопись хранится в фондах Михайловского Пушкинского заповедника.
5. Сильвестров А. Д., Фитопатологическое состояние зеленого фонда Пушкинского заповедника. Сб. Всероссийского общества охраны природы, «Природа и социалистическое хозяйство», 1934.
6. Сафонова Е. А., Письмо в редакцию, «Знание — сила», 1972, № 1.
7. Майстров Л., Зачем был «дуб уединенный?», «Знание — сила», 1971, № 2.
8. Гейченко С. С., На пушкинской земле. В кн.: Вече. Лит. сб., вып. 1, Ленинград, Псковское отд., 1972.

ОСНОВАНИЕ НИКОЛАЕВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ¹⁾

Г. К. Горел

В результате возвращения причерноморских земель, захваченных Турцией, и окончательного закрепления Россией своего выхода к Черному морю, в конце XVIII в. возникает ряд причерноморских городов: Херсон (1778), Севастополь (1783), Николаев (1789), Одесса (1794). Город Николаев, недалеко от центра которого в настоящее время находится обсерватория (рис. 1), расположен на полуострове, образуемом слиянием рек Южного Буга и Ингула. Эта территория отошла к России по Кючук-Кайнарджийскому мирному договору 1774 г. Город рос около строящейся верфи, а вокруг, по повелению графа Потемкина, расположились поселения военного и черноморского ведомств.

В Николаеве с 1796 г. по 1856 г. находился штаб Черноморского флота, в котором работали выдающиеся русские флотоводцы Ф. Ф. Ушаков, А. С. Грейг, М. И. Лазарев, В. А. Корнилов. Интенсивное судостроение, развивающийся военный флот, осваивающий Черное и Средиземное моря с выходом в океан, требовали создания морской астрономической службы. Подобная служба была создана в Кронштадте в начале 1820 г. С решением этой задачи в Николаеве и связано создание обсерватории

¹⁾ В мае 1971 г. исполнилось 150 лет со дня основания Николаевской морской обсерватории (ныне Николаевское отделение Главной астрономической обсерватории АН СССР). Эта статья написана по материалам Архива АН СССР в Ленинграде, Центрального государственного архива ВМФ СССР, Николаевского областного государственного архива, архива Николаевской обсерватории, работникам которых автор приносит свою искреннюю благодарность.

на юге России, способной не только удовлетворять запросы флота, но и заниматься чисто научными вопросами. В этом несомненная заслуга главного командира Черноморского флота и портов вице-адмирала Алексея Самойловича Грейга.

А. С. Грейг (1775—1845) — потомственный моряк; его отец, родом из Шотландии, был приглашен Екатериной II на морскую службу в Россию и известен как



Рис. 1. Главное здание Николаевской обсерватории.

герой Чесменского сражения (1770). Сам А. С. Грейг получил морское образование в Англии. В письме академика Ф. И. Шуберта к директору Дерптской обсерватории В. Я. Струве отмечаются преимущества предполагаемой обсерватории в Севастополе: хороший климат и «соседство командующего флотом в Черном море адмирала Грейга, большого любителя и знатока астрономии»¹⁾.

К. Х. Кнорре, первый морской астроном в Николаеве, в статье для Новороссийского календаря о Николаев-

¹⁾ Арх. АН СССР, ф. 703, оп. 6, ед. хр. 1, л. 174.



Рис. 2. Существовавший ранее в Николаеве памятник адмиралу А. С. Грейгу. Скульптор М. О. Микешин.

ской обсерватории пишет: «устройство ее, к счастью, было поручено начальнику, который, имея сам высокие сведения не только по астрономии, но и по всем математическим и физическим наукам, приложил все старания,

чтобы соорудить здание, в полной мере соответствующее нынешнему состоянию науки, несмотря на ограниченность средств, ему предоставленных. Можно смело сказать, что, без неуспешных трудов и особенного усердия адмирала Грейга, Николаевская обсерватория не существовала бы, или по крайней мере не имела бы достаточно средств, чтобы споспешествовать к развитию астрономии»¹⁾.

Задолго до окончания постройки новой обсерватории, при доме адмирала функционировала его личная обсерватория. Украшением этой обсерватории должен был служить двухфутовый меридианный круг Либгера, установку которого Грейг собирался поручить морскому астроному. Интересно распоряжение Грейга от 27 февраля 1819 г. Черноморской исполнительной экспедиции:

«Замечено мною, что в городе и адмиралтействе часы бьют весьма неверно, отчего и могут происходить затруднения и неудобства в распоряжениях как по адмиралтейским работам, так и в самом городе, когда не будет наблюдаемо одинаковое время. Вследствие чего при доме главного командира имеет быть поставлена пушка, из которой каждого дня ровно в двенадцать часов пополудни (т. е. в полдень) будет сделан выстрел; экспедиции благоволит же учинить распоряжение: чтобы за сим выстрелом начинали бить часы на адмиралтейской гауптвахте и при соборной церкви»²⁾.

Аналогичные мероприятия в соседних городах осуществлены в середине XIX в. В Одессе, чтобы устранить расхождение в показаниях часов, доходящее до получаса, в 1855 г. во дворце графа Воронцова Николаевским астрономом К. Х. Кнорре установлены «превосходные солнечные часы оригинального и точного устройства»³⁾. Для города Херсона один раз в неделю Кнорре подавал сигналы точного времени по телеграфу.

Существовавшая частная обсерватория Грейга ни в коей мере не могла заменить собою морскую обсерваторию. Поскольку «высочайшего решения» о строительстве морской обсерватории в Николаеве еще не было, в 1819 г. Грейг приказал построить по проекту архитектора Вунша

¹⁾ Арх. АН СССР, ф. 703, оп. 6, ед. хр. 18, л. 40.

²⁾ ЦГА ВМФ, ф. 243, оп. 1, дело № 1803, л. 1.

³⁾ Морской сборник, т. XVIII, IV, стр. 454.

в Спасске (часть г. Николаева) при дворце «деревянный обсервационный домик». Никаких сведений об инструментах или работе этой обсерватории обнаружить не удалось. Известно только, что домик был построен¹⁾.

В это же время начинается поиск кандидатуры на должность морского астронома, способного возглавить будущую большую обсерваторию. Обязанности астронома обширны: от преподавания астрономии в местном штурманском училище до решения практических задач, связанных с нуждами флота. Это: регулярное определение из наблюдений точного времени, проверка морских хронометров и различных астрономических приборов, отпуски астрономов на суда, обучение офицеров флота способам наблюдений и вычислений, руководство и оказание помощи при съемках побережья Черного, Азовского и Мраморного морей. В оставшееся свободное время астроном мог заниматься чисто научными вопросами.

В начале 1820 г. еще окончательно не решен вопрос о городе, в котором будет строиться морская обсерватория. В письме Ф. И. Шуберта от 31 мая 1820 г. к В. Я. Струве, в котором обсуждается возможность назначения К. Х. Кнорре морским астрономом, предполагается строительство обсерватории в Севастополе. Такое решение вполне обосновывалось тем, что Севастополь к этому времени стал основной базой Черноморского военного флота. Там же был сосредоточен весь офицерский корпус. Все же победило мнение, которого придерживался Грейг, о строительстве обсерватории в Николаеве, в городе, где находился штаб Черноморского флота.хлопоты по подбору кандидатуры астронома завершились распоряжением морского министра И. М. Траверсе от 7 июля 1820 г. К. Х. Кнорре определялся морским астрономом во ведомство Черноморского департамента и для преподавания в штурманском училище.

Карл Христофорович (Карл Фридрих) Кнорре (1801—1883 гг.), будущий первый директор Николаевской морской обсерватории и член-корреспондент Петербургской Академии наук, родился в Дерпте (ныне г. Тарту, Эстон-

¹⁾ ЦГА ВМФ, ф. 1047, оп. 1, дело № 398, «Дело о постройке в Спасске обсерватории при дворце».



К. Х. Кнорре, астроном Черноморского департамента с 1821 г. по 1871 г.

ская ССР) в семье первого астронома-наблюдателя Дерптской обсерватории Э. Кнорре. В десятилетнем возрасте он потерял отца, и дальнейшее воспитание проходило в семье дяди. К. Х. Кнорре, занимаясь на богословском факультете Дерптского университета, познакомился с В. Я. Струве, директором Дерптской обсерватории и исполняющем обязанности профессора математики и астрономии. Он увлекся астрономией и, принимая участие в геодезических работах В. Я. Струве, заслужил высокую оценку последнего. Его астрономические наблюдения, полученные в Дерпте, опубликованы во втором и третьем томах *Observationes Astronomicae*, издаваемых Дерптской обсерваторией, в *Astronomische Jahrbuch* на 1823 и 1826 гг., а также вошли в статьи Струве в *Astronomische Nachrichten*, Bd. 1, № 9 и № 12¹⁾. Когда подыскивалась кандидатура директора Николаевской обсерватории, В. Я. Струве рекомендовал на эту должность К. Х. Кнорре, хотя последний не успел еще окончить университет и не занимался астрономией систематически. Кнорре и впоследствии неоднократно обращался за помощью и советом к своему великому учителю. Теплые товарищеские отношения сохранились у них на всю жизнь.

Зная о согласии Кнорре на переезд в Николаев, Грейг 26 июля 1820 г. отдает распоряжение Черноморской исполнительной экспедиции о подыскании квартиры для Кнорре и предлагает «поспешить постройку обсерватории при штурманском училище»²⁾. Эта фраза, дописанная рукой Грейга, свидетельствует о том, что в тот момент район строительства ныне существующей обсерватории еще не был избран. Одновременно Грейг торопит архитектора Вунша с окончанием проекта обсерватории, но соглашается с последним, что окончание проекта должно быть отложено до прибытия астронома. Кнорре в это время находится в Дерпте и просит Грейга отсрочить его приезд в Николаев на некоторое время с целью изучения богатого опыта Струве, подбора книг для библиотеки и совершенствования в знании русского языка. Осенью

¹⁾ Н о в о к ш а н о в а (Соколовская) З. К., Василий Яковлевич Струве, «Наука», 1964, стр. 243.

²⁾ ЦГА ВМФ, ф. 1047, оп. 1, дело № 500, л. 1.

1820 г., когда Кнорре намеревался покинуть Дерпт, он получает письмо от Струве, находящегося в заграничной командировке, с предложением задержаться в Дерпте, чтобы обсудить предстоящее устройство и оборудование Николаевской обсерватории. Дату отъезда в Николаев пришлось несколько отодвинуть. В феврале 1821 г. Кнорре прибывает в Николаев и сразу включается в наблюдения на адмиральской обсерватории. Двухфутовый меридианный круг не был еще установлен, и Грейг надеется, что Кнорре займется им в ближайшее время. Из наблюдений на повторительном круге Рейхенбаха уточняется пирота обсерватории. Много времени уделяется вычислениям положений звезд α и δ Малой Медведицы на каждый день с 1823 по 1830 г. По поручению адмирала Грейга Кнорре математически пытается решить задачу о наилучшем профиле подводной части корабля и проводит связанные с этим многочисленные расчеты для конкретных судов, проектируемых на Николаевской верфи. Наблюдения кометы, выполненные в Николаеве в это время, отсылаются Г. Х. Шумахеру, издателю *Astr. Nachr.* Результаты наблюдений в Николаеве многочисленных покрытий звезд Луной в 1821—1827 гг., полученные К. Х. Кнорре, К. Далем, А. С. Грейгом, опубликованы в *Astr. Nachr.*, Bd. 1, № 9; Bd. 4, № 96; Bd. 7, № 148. Некоторые из этих наблюдений послужили материалом Вурму и Струве по долготной связи Николаева с Христианией (Осло), Парижем, Модепой. В 1822—1824 гг. свыше 20 пунктов побережья Черного моря получили астрономическое определение. Начатая в 1822 г. работа по детальным измерениям берегов Черного, Азовского и Мраморного морей, а также связывающих их проливов и впадающих в них рек продолжалась несколько десятилетий под руководством и при участии Кнорре.

В начале своего существования Черноморский флот пользовался для плавания копиями с французской карты, изданной в Париже в 1772 г. Частные описи, проводившиеся в конце XVIII в. и начале XIX в. офицерами Пушторпским, Одинцовым, Берсеневым, Будищевым и Крицким, ограничивались лишь отдельными районами побережья. Генеральная карта Черного и Азовского морей издана в 1817 г. Положение берегов на ней исправлено

по астрономическим наблюдениям академика Вишневого, а восточное побережье — в результате плавания капитана-лейтенанта Влито. В 1820 г. французский капитан Готье вместе с русскими офицерами произвел опись всего Черного моря, и в 1822 г. издана карта Черного и Азовского морей. Наиболее способные офицеры, желающие заниматься описями, переводились на службу поближе к Николаеву и в некоторой степени являлись учениками Кнорре по способам наблюдений и обращению с астрономическими инструментами. Имена Даля, Апостоли, братьев Е. и М. Манганари, тесно связанных с Николаевской обсерваторией в первые годы ее существования. Выполненные ими карты получили известность по сообщениям в *Astr. Nachr.* Только для описи Азовского и Черного морей, проведенной Е. Манганари в 1825—1836 гг., понадобилось определить по широте и долготу 332 пункта, из них 74 — астрономически. Широта места определялась секстантом по способу Гаусса либо переносным пассажным инструментом в первом вертикале по способу Бесселя, и, в редких случаях, из сочетания наблюдений высот южных и северных звезд. В 1832 г. в Николаеве выходит брошюра Кнорре «Наставление для сыскания широты места, погрешности инструмента и состояния часов по методу Гаусса». Автор оценил, что превосходный способ Гаусса при наблюдениях с малыми инструментами обеспечивает точность, не уступающую наблюдениям с большими инструментами. При этом в довольно длинном, но изящном выводе формул, предложенном Гауссом в астрономическом журнале Цаха «астроном Черноморского флота г. Кнорре, прославившийся многими важными для науки трудами, сделал в способе Гаусса усовершенствование»¹⁾. В рецензии на работу Кнорре, помещенную в «Морском сборнике», прямо указывалось, что «гг. Манганари обязаны этому способу точностью полученных ими широт в описях»²⁾.

Разность долгот определялась перевозкой хронометров, поправки которых выводились из наблюдений соответствующих высот Солнца либо способом Гаусса. Иногда

¹⁾ Савич А. Н., Приложение практической астрономии. С.-Петербург, 1845, стр. 205.

²⁾ Морской сборник, т. XXXIX, IV, стр. 21.

производились наблюдения звезд и Луны пассажным инструментом в плоскости меридиана; по возможности не пропускались покрытия звезд Луной. Расчистление описи на Мраморное море, выполненное М. Манганари в середине 40-х годов, завершило этот грандиозный труд, о котором в 1894 г. писалось: «После Будищева, в ряду следующих главнейших деятелей в деле обследования берегов, мы должны отдать пальму первенства братьям Е. и М. Манганари, непрерывно работавшим на этом поприще с 1823 по 1846 год и положившим прочное основание гидрографии Черного моря. Уже полстолетия прошло со времени окончания этого огромного труда, а их карты поныне служат надежным руководством для плавания по Черному морю»¹⁾.

Весной 1821 г. окончательно пал выбор на Спасский курган как место строительства новой обсерватории. Геодезическая привязка 30 апреля 1821 г. показала, что новая обсерватория будет находиться на 3°,425 западнее и на 21°,1 южнее адмиральской. Спасский курган в то время был расположен западнее молодого города и являлся самой высокой точкой в окрестности. Вот что пишет по этому поводу Кнорре: «Местоположение сначала не представляло никаких препятствий; голые пески, простирающиеся до самого берега Буга, образовали единообразную и бесплодную пустыню. Но плантации, сделанные в близости по распоряжению адмирала Грейга, до такой степени пособили этому недостатку, что вид с террасы обсерватории представляет ныне красивую и приятную панораму»²⁾.

Проектирование здания обсерватории было поручено архитектору Вуишу. В своей работе он придерживался плана обсерватории в Або (ныне г. Турку, Финляндия). Здесь в 1819 г. была построена обсерватория, инструменты которой после пожара 1827 г. перенесены в Хельсинки.

В архиве сохранились чертежи главного здания, подписанные Грейгом: «По сему строить. Вице-адмирал Грейг. 15 мая 1821 г.» (рис. 3).

¹⁾ Морской сборник, т. ССІХІІІ, Роль Босфора в образовании течений Черного моря, стр. 2.

²⁾ Новороссийский календарь на 1844 г., стр. 373.

Через четыре дня, т. е. 19 мая 1821 г. Грейг предлагает Черноморской исполнительной экспедиции из-за болезни Вуиша строительство обсерватории поручить гидротехту фон дер Флису и далее «... для немедленного приступления к построению хозяйственным образом обсерватории без упущения времени снабдить его г. фон

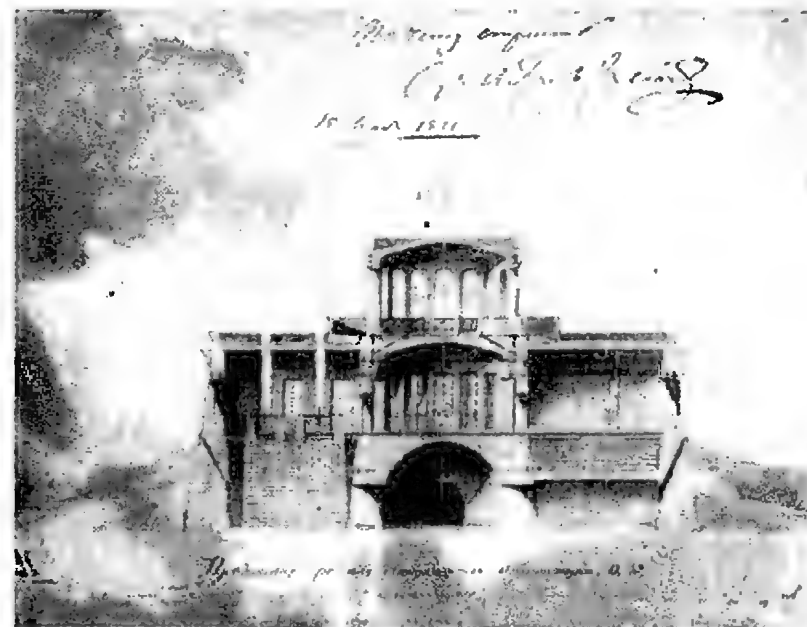


Рис. 3. Проект здания обсерватории архитектора Вуиша с собственной подписью А. С. Грейга.

дер Флиса по требованию его всеми по его соображению нужными мастерами, рабочими людьми и материалами, также прошу оную экспедицию, чтобы она всевозможное приложила старание, дабы сие строение поскорее окончено было, именно не позже как через два года, считая от нынешнего времени. Буде бы она усматривала какие в том затруднения, то имеет нimalo немедля меня уведомить, в чем они состоять могут, чтобы я мог принять меры к

отвращению их»¹⁾. 23 мая фон дер Флис представляет ведомость необходимых на первое время материалов и рабочей силы и приступает к планировке земли. При планировке обнаружены остатки каких-то строений, еще, по-видимому, эпохи греческой колонизации края, и после очистки от песка зарисованы. Работа развернулась полным ходом, и в июне уже не хватает камня для строительства, «ибо казенные волы едва успевают доставить опий к начатым работам» из близ лежащего села Терновки. В сентябре фон дер Флис просит разрешения работать в праздники, чтобы до приближения осеннего времени повысить кладку, и проявляет заботу о камыше для укрытия фундамента на зиму.

В предписанный двухлетний срок строительство окончено не было: В 1823 г. вносится в проект изменение по форме стен и лестниц, в 1824 г. окончена и покрыта ротонда, где помещается в настоящее время книгохранилище библиотеки обсерватории. 1825—1827 гг. ушли на внутреннюю отделку здания, на строительство ограды и вспомогательных служб. Некоторые здания сохранились до настоящего времени.

По собственному признанию, Кнорре не принимал никакого участия в самом строительстве и в 1823 г. он ходатайствует о предоставлении возможности посетить лучшие заграничные обсерватории с целью «приобрести познания в инструментах и их установке». Это ходатайство поддержал академик Ф. И. Шуберт. Он писал: «Заведение обсерватории в Николаеве, следовательно, почти на самом южном конце России, и в стране прекрасной, есть такое предприятие, которое может сделаться весьма важным для географии России, и вообще послужит к величайшей пользе для наук астрономических, и также содействовать к распространению образования в государство Российском, и притом не иначе как спешествуя славе всей империи. Но чтоб действительно достигнуть такой прекрасной цели, обсерватория сия должна получить как в устроении своем, так и в своих инструментах все совершенства, каковые при нынешнем состоянии наук астрономических, по справедливости, требуются

¹⁾ ЦГА ВМФ, ф. 243, оп. 1, дело № 2043, л. 1.

от всякой вновь учрежденной обсерватории»¹⁾. Ожидая разрешения на поездку за границу, Кнорре занимался установкой двухфутового меридианного круга Либгера в адмиральской обсерватории. Так как не было помощи хорошего механика, то эта работа потребовала много усилий и времени и была окончена лишь к концу 1824 г. В феврале 1825 г. Кнорре отправляется за границу, предварительно заехав в Церпт, где вместе со Струве провал исследование лимба меридианного круга, подобного Николаевскому, и обсудил дальнейший маршрут своего путешествия.

Встреча с известнейшими астрономами, ознакомление с новыми методами наблюдений и вычислений (в частности, по способу наименьших квадратов) способствовали становлению молодого ученого. А беседам с Бесселем суждено было сыграть немаловажную роль в дальнейшей жизни Кнорре. По предложению Бесселя он участвует в вычислении *Tabulae Regionumontanae*, вышедших в свет в 1830 г. Планы директора Кенигсбергской обсерватории по созданию карты звездного неба приводят Кнорре в восхищение. Позже, в 1832 г., после установки меридианного круга Эртеля на новой обсерватории, Кнорре принял участие в составлении 5-го листа ($\alpha = 3^h56^m - 5^h04^m$, $\delta = \pm 15^\circ$) карты Берлинской Академии наук, принесшего известность автору. По этому листу карты, после 38-летнего перерыва, в 1845 г. была открыта малая планета № 5 Астрея и в 1847 г. № 8 Флора. Сбылось предсказание Бесселя, что Берлинские карты непременно поведут к открытию новых планет. В 1846 г. они помогли немецкому астроному Галле найти Нептун по вычислениям Леверье, в то время как вычисления Адамса, выполненные раньше Леверье, в руках Эри и Чаллиса не привели к открытию из-за отсутствия у них подробной карты нужного участка неба.

За два с половиной года пребывания за границей, по словам Кнорре, наблюдений выполнено немного: это наблюдение кометы в августе 1825 г. на обсерватории в Зееберге, определение личной разности с некоторыми астро-

¹⁾ Арх. Николаевской обсерватории, 1824 г., л. 19, копия письма Ф. И. Шуберта.

номами и сравнение метра, заказанного в Париже для Николаевской обсерватории. Посетив города и обсерватории в Германии, Франции и Англии, заказав некоторое оборудование для строящейся обсерватории, Кнорре возвратился в Николаев в августе 1827 г. Здание обсерватории еще не было приспособлено для жилья астронома, поэтому он с офицером Далем поселился во флигеле. Меридианный круг в обсерватории адмирала оказался заброшенным. Лимб грязный, уровни разбиты, нити порваны, но уже вновь натянуты Эртелем. Расположение нитей в поле зрения не удовлетворило Кнорре, и он собственноручно перетягивает их. Для проведения наблюдений на новой обсерватории Кнорре и Даль взяли следующие инструменты из обсерватории Грейга: 1) пятифутовый ахромат с диаметром объектива в 4", 2) почную трубу для поиска комет, 3) секстант, 4) искусственный горизонт, 5) карманный хронометр.

Первые наблюдения на новой обсерватории датированы 26 сентября (н. ст.) 1827 г. и опубликованы в *Astr. Nachr.*, Bd. 7, № 148.

Все строительство обсерватории обошлось казне в 109 141 рубль 94 и 3/4 копейки, «кроме оконного, дверного прибора и прочего неоконченного без показания астронома»¹⁾.

Главное здание обсерватории в плане немного напоминает букву «Т», основание которой направлено к югу. Здание одноэтажное, по центру его возвышается ротоида. Восточное крыло здания, ротоида и плоская крыша предусматривались для проведения наблюдений.

Обратимся теперь к упомянутой статье К. Х. Кнорре: «Главный вход устроен на северной стороне. Он ведет непосредственно в аудиторию, имеющую 33 фута в квадрате (98 м² — Г. Г.). Потолок ее опирается на 16 колоннах, образующих круг, косого поперечник 27 фут. К ней примыкает с восточной стороны зала, где установлен в 1832 году трехфутовый меридианный круг, работы Мюнхенского механика Эртеля. Зала эта величиной равна аудитории; она имеет два прореза по плоскости меридиана, продолжающиеся через верхний свод и боко-

¹⁾ ЦГА ВМФ, ф. 243, оп. 1, дело № 1981, л. 370.

вые стены до пола...» «Над аудиторией находится ротоида для подвижных инструментов, диаметром в 32 фута. Она имеет 4 двери и 12 окон, представляющих открытый вид во все стороны. Сверх того, в крыше сделано для наблюдений около зенита отверстие диаметром в 10 футов, покрытое деревянным затвором, который отодвигается и задвигается подобно меридиональным затворам. Пол ротоиды вымощен мрамором»¹⁾. В Южной части здания располагались сени, кладовая, библиотека и кабинет для астронома, а также чугунная лестница, ведущая на плоскую крышу и к ротоиде. Западная часть здания полностью отводилась под жилье астронома.

Все здание отапливалось одной духовой печью, размещенной в западной части огромного подвала с «великолепными сводами», по определению Кнорре. Кухня, помещение для прислуги, кладовые, ледник, каретник и конюшенный сарай размещались в двух флигелях, расположенных к западу от главного здания.

По описи 1831 г. инструментарий и оборудование обсерватории составляли:

1. Меридианный трехфутовый круг Эртеля с двумя вспомогательными микроскопами. К нему ртутный горизонт. Чугунный сосуд цилиндрической формы диаметром в 1 3/4 фута и ртутью весом в полтора пуда, перемещающийся по рельсам, уложенным ниже уровня пола, и позволяющий получить отраженное изображение звезд до 14° южного склонения, за исключением трехградусной зоны около зенита. Отсчет круга при помощи верньеров.

2. Меридианная трехфутовая труба (пассажный инструмент) Утцинейдера и Фраунгофера.

3. Телескоп с объективом в 4" и фокусным расстоянием в 5 футов тех же мастеров.

4. Труба для поиска комет на параллактическом штативе с микрометром Штейнгеля.

5. Экваториал Эртеля.

6. Вертикальный повторительный круг диаметром в 18" Эртеля.

7. Английский квадрант с радиусом в 18".

¹⁾ Новороссийский календарь на 1844 г., стр. 373—374.

8. Экземпляры степных часов Барродза и Кессельса, столовые мастера Гарди, около 50 настольных и карманных хронометров.

В 1831 г. оборудование пополнилось геодезическими инструментами: 3 теодолита Эртеля, 2 инструмента для нивелировок, инструменты для измерения расстояния, астролябии и пр. Кроме того, обсерватория занималась проверкой и распределением большого количества зрительных труб, выписываемых ежегодно из-за границы для офицеров флота, маяков и телеграфов. С 1832 г. начались наблюдения на меридианном круге Эртеля и в первую очередь «поверена против неба карта, сочиненная мною по приглашению Берлинской Академии наук»¹⁾. Регулярно определяются поправки часов, проводятся наблюдения покрытий звезд Луной, уточняются координаты обсерватории и определяются на меридианном круге координаты избранных звезд и планет.

«Некоторые Николаевские наблюдения помещены в *Астрономических газетах* г. Шумахера; но большая часть их хранится еще только в рукописях обсерватории. Кроме астрономических, делались с 1829 по 1834 год и наблюдения над магнитною стрелкою, которые падаю г. академиком Купфером в 1837 году, вместе с прочими наблюдениями этого рода в России. Также делались и делаются метеорологические наблюдения, коих часть помещена в собрании *Магнетических и Метеорологических наблюдений*, изданных г. Купфером же на 1840 год»²⁾.

О разнообразной деятельности Кнорре в эти годы свидетельствует также и список трудов его, помещенный в *«Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft»*, 24, 1889. Николаевская обсерватория была в то время снабжена инструментами достаточно, по словам Кнорре, «чтоб быть полезным и науке и отечеству»³⁾.

На этом, пожалуй, и заканчивается одна из лучших страниц истории обсерватории. К сожалению, такая многообещающая в начале деятельность сменилась десятилетиями упадка, когда не было возможности не только

¹⁾ Арх. Николаевской обсерватории. Отчет о занятиях Николаевской обсерватории в сентябрьскую треть 1832 г.

²⁾ Новороссийский календарь на 1844 г., стр. 377.

³⁾ Новороссийский календарь на 1844 г., стр. 378.

приобретать что-либо новое из инструментов, но с трудом сохранять от разрушения уже построенное. Адмирал Грейг был переведен в Петербург и назначен впоследствии председателем комитета по строительству Пулковской обсерватории. Новое морское начальство не жаловало обсерваторию и стремилось, чтобы она не занималась чем-то побочным, ненужным в данный момент флоту. Почти оконченное здание магнитной обсерватории, строившееся рядом, не только не было окончено, но и сломано впоследствии. Характерно в этом отношении письмо П. С. Нахимова, переведенного в Черноморский флот в 1834 г., к своему сослуживцу В. Н. Алферьеву:

«В Николаеве хороша обсерватория, но она не должна быть здесь. Астроном — человек ученый, образованный, занимается весьма высокими предметами, например: составляет звездный каталог для Берлинской обсерватории. Не правда ли, громко, — а что пользы? Тогда как и похуже обсерватория в Севастополе (где весь корпус офицеров) с этим астрономом принесли бы много пользы бедным черноморцам»¹⁾. Сам Кнорре гораздо позже писал, что обсерватория могла бы принести больше пользы науке даже с имеющимися инструментами, но «астроном оставлен совершенно без помощи, так, что он принужден быть сам и секретарем и механиком обсерватории; наконец еще в том, что на его долю приходится много других обширных задач, так что ему остается весьма мало времени для его прямой обязанности...»²⁾.

¹⁾ Морской сборник, т. XXX, IV, стр. 26.

²⁾ Арх. Николаевской обсерватории, записка К. Х. Кнорре о состоянии обсерватории.

К ИСТОРИИ ВОПРОСА О КОСМИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ СВЕТА

Е. Я. Воробьева

Вопрос о существовании межзвездной среды, ее химическом составе, степени прозрачности и влиянии на распространение света в пространстве наиболее остро встал в начале XX в. Причиной тому были работы А. А. Белопольского, измерившего сдвиги спектральных линий, а также работы Г. А. Тихова и Ш. Нордмана, обнаружившие запаздывание синих лучей относительно красных при прохождении света от звезд к наблюдателю. Данное явление они объяснили дисперсией света в космическом пространстве. На их открытие ученые откликнулись рядом исследований. Результаты этих исследований оказались самыми противоречивыми. Одни подтверждали наличие дисперсии в межзвездном пространстве, другие отрицали. Главным оппонентом А. А. Белопольского, Г. А. Тихова и Ш. Нордмана в вопросе о наличии космической дисперсии света был известный русский физик П. Н. Лебедев. В серии своих статей он утверждал, что причину открытого явления (названного эффектом Тихова — Нордмана) запаздывания одних лучей относительно других нельзя объяснить космической дисперсией света. Полемика, возникшая между А. А. Белопольским и П. Н. Лебедевым вызвала не только огромный интерес у ученых, но и оживленный обмен мнениями. Работы большинства ученых в основном повторяли исследования Белопольского и Тихова и в зависимости от полученных результатов поддерживали выводы либо Белопольского либо Лебедева.

История возникновения вопроса о существовании межзвездной среды относит нас к XVII в., когда Ньютона заинтересовала проблема распространения света различных участков спектра в межпланетном пространстве. Он указал, что для обнаружения межпланетной среды наиболее подходящим является наблюдение затмений спутников Юпитера. С этой целью Ньютон просил Флемстида в 1691 г. сообщить, не меняется ли окраска спутников в момент их исчезновения. Ответ на этот вопрос оказался отрицательным. Не подтвердилось также предположение Араго о возможном изменении цвета переменных звезд. На основании этого получила распространение идея отсутствия дисперсии света в межзвездном и межпланетном пространстве, которая просуществовала много лет.

Однако развитие волновой теории света способствовало продвижению в разрешении проблемы дисперсии. Лабораторные эксперименты физиков над прохождением света через различные диспергирующие среды показали, что скорость света в среде меньше, чем в вакууме. В 1849 г. Физо, измерив скорость света в воде, получил, что она меньше, чем в воздухе. Опыты показали также зависимость скорости распространения света в среде от длины волны. Сельмейером было получено соотношение, связывающее длину волны в среде и в вакууме:

$$n^2 = 1 + \frac{D\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_0^2},$$

где n — показатель преломления, D — постоянная, пропорциональная числу резонаторов в единице объема, λ — длина волны падающего света (характеризующая цветность), λ_0 — собственная длина волны резонатора.

Майкельсон в 1883 г. в лабораторных опытах установил, что скорости распространения оранжево-красных и зелено-голубых лучей в сероуглероде (CS_2) различны.

Все эти результаты физиков побудили астрономов к новым исследованиям. Интересно было выяснить, влияет ли межзвездная среда на распространение света в пространстве и каким образом. Еще в 1847 г. Струве (на основании собственных наблюдений, данных Гершеля и расчетов Бесселя и Аргеландера) пришел к выводу об

ослаблении интенсивности света при прохождении его от звезды к наблюдателю, т. е. в межзвездном пространстве есть какое-то количество поглощающей материи. Отсюда вполне было бы допустимо предположить возможность обнаружения неодинаковости в скоростях передачи различных частей спектра какого-либо небесного явления.

Однако работы одних ученых отрицали наличие дисперсии света в пространстве (Коши, Рэлея), исследования других утверждали ее наличие (Юнг, Форбс).

В 1896 г. Г. А. Тихов (тогда еще студент 3-го курса Московского университета) предпринял исследования, целью которых было изучение возможной дисперсии света в межзвездном пространстве. Он обработал наблюдения звезд β Лиры, δ Цефея, η Орла, проведенные А. А. Белополюским. В результате оказалось, что явления, происходящие в спектрально-двойных звездах в один и тот же физический момент, замечаются на Земле в разные моменты времени. Именно, превращение скоростей звезд в нуль в лучах $\lambda = 448,16$ мкм наблюдалось раньше (на 10^4), чем в лучах $\lambda = 486,16$ мкм. Это обстоятельство позволяло Г. А. Тихову предположить, что в межзвездном пространстве есть среда, заставляющая лучи разных длин волн распространяться с различными скоростями ¹⁾. Позже, в 1898 г., он указал два способа исследования космической дисперсии: 1) сравнение фаз орбитального движения спектрально-двойных звезд, определенных по разным спектральным линиям, 2) сравнение фазы орбитального движения с фазой яркости переменных звезд. Очевидно, в это же время А. А. Белополюский проводил исследования дисперсии, наблюдая звезды α Близнецов ²⁾.

В 1900 г. К. Шварцшильд опубликовал результаты своих наблюдений звезд η Орла и β Лиры, которые не подтвердили результаты Г. А. Тихова.

В 1902 г. А. Гнапа в одной из своих статей отметил, что при изучении переменных звезд можно было бы

¹⁾ В случае β Лиры Г. А. Тихов принял дисперсию обратной той, которая наблюдается во всех прозрачных средах, т. е. с увеличением длины волны уменьшается показатель преломления.

²⁾ Об этом можно судить по письму Г. А. Тихова к А. А. Белополюскому от 7 декабря 1897 г.

определять расстояния до них по разности фаз красных и синих лучей.

К изучению космической дисперсии А. А. Белопольский применил спектральный метод. Он рассуждал следующим образом:

«Если допустить, что скорости распространения красного и фиолетового однородных лучей в мировой среде разнятся на $1/3$ км (величина не сильно преувеличена, если допустить, что среда это водород), то некоторое явление, происшедшее на звезде, будет на Земле наблюдаться в этих лучах в два разных момента, отстоящих на час. Мы наблюдаем в спектре этой звезды раздвоение красной линии (например, С) и по величине ее определяем соответственно относительную лучевую скорость компонентов. Раздвоение фиолетовой линии на том же спектре (например, К) должно определить иную лучевую скорость при существовании мировой среды, тем более различающуюся от первой, чем быстрее в системе меняются лучевые скорости и чем плотнее среда»¹⁾.

С 1901 по 1904 гг. А. А. Белопольский в Пулковке тщательно изучал спектрограммы β Возничего. Помимо установления кратности этой звезды он нашел, что она наиболее выгодна для исследования вопроса о космической дисперсии. Опираясь на открытие Гартмана, который в 1904 г. с помощью спектрального метода обнаружил присутствие в межзвездном пространстве ионизованный Са, А. А. Белопольский заключил: «...принимая, что среда, хотя и крайне разреженная, в своей бесконечной толще может заставить запаздывать лучи одного цвета против лучей другого»²⁾. Расчеты его показали, что если предположить наличие запаздывания лучей $\lambda = 395$ мкм относительно лучей $\lambda = 450$ мкм на 18 минут, то разность между лучевыми скоростями в двух областях спектра составит 3 км/сек³⁾. Наличие в межзвездном пространстве разреженной материи укрепило астрономов в мнении о возможности существования реальной космической дисперсии. Уверенность в этом была небезосновательной.

¹⁾ Сообщение А. А. Белопольского об одном из способов определения дисперсии мирового пространства. Изв. Имп. Академии наук, т. XIX, № 2, стр. XII. Заседание ФМО 10 декабря 1903 г.

²⁾ Белопольский А. А., «Определение лучевых скоростей звезды β Возничего в связи с дисперсией мирового пространства», Изв. Имп. АН, т. XXI, № 3, стр. 153.

³⁾ Позже А. А. Белопольский отмечал, что эту разность за реальное число еще принять нельзя.

Метод спектрально-двойных звезд с быстро меняющимися лучевыми скоростями использовал Г. А. Тихов в своих дальнейших исследованиях, так как для этих звезд «даже при небольшом запаздании одних лучей относительно других, приписываемые ими скорости могут различаться на величину, большую ошибок наблюдения»¹⁾. Для звезды β Возничего оказалось, что область 402 мкм дает нулевые скорости позже сравнительно с областью 452 мкм на $21,2 \text{ мин} \pm 10,2 \text{ мин}$ или $0^{\text{h}} 01^{\text{m}} 14^{\text{s}} \pm 0^{\text{h}} 00^{\text{m}} 07^{\text{s}}$. Разбирая возможные причины данного явления, Г. А. Тихов сделал вывод, что найденная разность фаз для переменных звезд зависит главным образом от дисперсии. По формуле

$$\Delta t = T \frac{v' - v}{v},$$

где T — продолжительность хода света от звезд, v' — скорость для лучей $\lambda = 402$ мкм, v — скорость для лучей $\lambda = 452$ мкм, Δt — разность фаз, была вычислена разность между скоростями лучей:

$$v' - v = v \frac{\Delta t}{T}, \quad v' - v < 0,35 \text{ км/сек.}$$

Для воздуха при нормальных условиях разность скоростей этих же лучей равна 0,63 км/сек, т. е., дисперсия пространства меньше дисперсии воздуха при нормальных условиях.

Однако вычисленное А. А. Белопольским и Г. А. Тиховым значение дисперсии вызвало возражение со стороны П. Н. Лебедева. Неоднократно в письмах к ним он высказывал свои взгляды на открытое явление. Исходя из оптической теории, по которой дисперсия связана с поглощением света, П. Н. Лебедев заключил, что «при найденной величине дисперсии мы не могли бы видеть Солнца и тем паче β Aurigae. Вот почему нельзя наблюдать факт объяснить дисперсией»²⁾. Он также

¹⁾ Тихов Г. А., «Опыт изыскания дисперсии в межзвездном пространстве», Изд. Екатеринославского Высшего горного училища, 1905 г., стр. 8.

²⁾ Черновик письма П. Н. Лебедева А. А. Белопольскому. ЛО Архива АН СССР, ф. 293, оп. 2, № 71, л. 34.

считал (исходя из расчета Планка для случая поглощения синего света в водороде), что в межзвездном пространстве нет такого количества газов, которое могло бы дать заметную дисперсию. П. П. Лебедев предложил другое, как одно из возможных, объяснение данного факта.

Он опирался на лабораторные опыты, проводимые некоторыми учеными по исследованию характера спектральных линий излучающего (или поглощающего) газа в зависимости от давления. Эти опыты показали, что спектральные линии, помимо всего прочего, сдвигаются, т. е. меняют длины волн. Линии одного и того же элемента, но различных спектральных серий, смещаются различно. Это обстоятельство навело П. П. Лебедева на мысль о том, что запаздывание одних лучей относительно других можно объяснить физическими условиями в атмосферах звезд. Именно, слои газов, обуславливающие наблюдаемые линии, находятся при разных давлениях. Таким образом, вопрос о космической дисперсии света явился спорным. Многие исследования дали совершенно противоположные результаты.

Шлезингер в 1906 г. получил результаты, подтверждающие наблюдения А. А. Белопольского. Для звезды β Весов запаздывание составляло 1 час. Фрост, измеряя лучевые скорости спектрально-двойной звезды μ Ориона, которая обращается с большой скоростью по короткопериодической орбите, не обнаружил различия между скоростями, данными отдельными линиями разных спектральных областей. Наблюдения Альбрехта звезды ϵ Лисички показали, что кривая блеска, определенная фотографическим методом, дает эпоху максимума на 0,4 суток раньше, чем кривая, определенная визуальным методом.

Юнг и Форбс нашли, что синие лучи в пространстве распространяются быстрее красных. Различие в скоростях по их расчетам составляло 2%. Однако, исходя из сравнения скорости света, полученной из затмений спутников Юпитера, со скоростью, полученной из постоянной абберации, Раулигх пришел к выводу о невозможности существования большой космической дисперсии, рассчитанной Юнгом и Форбсом.

В 1907 г. Ньюэлл на основании исследований заключил о присутствии паров цинка в межпланетном пространстве. (В 30-х годах это подтвердилось.)

В 1908 г. была опубликована работа III. Нордмана, выполненная им еще в 1906 г. В этой работе он проводил мысль о возможности обнаружения разности скоростей излучений света различных длин волн из разности фаз отдельных кривых блеска переменных звезд. Эту мысль Нордман подкрепил рядом исследований звезд Алголь и λ Тельца. Разность скоростей красных и синих излучений, найденная им для Алголя, была порядка 150 м/сек. В своих работах Нордман не отбрасывал и других причин (например, рассмотрение тяготения главной звезды и спутника), которые ведут к смещению минимумов различных кривых монохроматического света этих систем. Однако среди всех причин основное место он отводил дисперсии. В том же 1908 г. Г. А. Тихов из сравнения фаз желтой и синей кривых блеска звезд RT Персея и W Б. Медведицы определил, что фаза более длинных волн опережает фазу более коротких (подтвердился ранний результат А. А. Белопольского). Таким образом, результаты Тихова и Нордмана оказались в качественном согласии, несмотря на различия в способах наблюдения и обработки полученного материала¹⁾. Анализ полученных результатов со стороны связи дисперсии с поглощением²⁾ и со стороны возможных ошибок наблюдения и измерения, а также разбор других возможных причин наблюдаемого явления привели Г. А. Тихова к выводу о том, что если и есть дисперсия света в пространстве, то она «может быть только чрезвычайно мала»³⁾.

На работы Тихова и Нордмана П. П. Лебедев откликнулся серией статей. Он предполагал, что обширная газо-

¹⁾ Нордман наблюдал звезды непосредственно, при помощи фотометра, в который можно было бы вставлять по очереди различные фильтры. Тихов вместо визуальных оценок пользовался фотографическими.

²⁾ Впервые в работе «Вопрос о космической дисперсии света в пространстве» Г. А. Тихов предположил существование избирательного поглощения в пространстве.

³⁾ Тихов Г. А. «Вопрос о космической дисперсии света и поисках ее при помощи светочувствительных», Изв. РАО, вып. XIV, № 5, октябрь 1908 г., стр. 184.

образная атмосфера спутника, поглощающая свет основной звезды, несимметрична относительно центра из-за вращения его вокруг оси и нагревания излучением центральной звезды. Поэтому лучи света, неодинаково поглощаемые этой атмосферой, могли дать разность эпох минимума. П. Н. Лебедев также считал метод измерения Г. А. Тихова и Ш. Нордмана для доказательства дисперсии непригодным из-за того, что этот метод дал различные значения расстояния до звезды RT Персея, а также различные отставания минимумов (Г. А. Тихов — 740 св. лет, 0,56—0,43 ммк — 4 мин, Ш. Нордман — 60 св. лет, 0,56—0,43 ммк — 11 мин). Но хотя критические замечания Лебедева не лишены оснований, все же, как считал Комсток, они «... не доказывают, что среда, наполняющая пространство, не обладает дисперсионными свойствами»¹⁾.

Идея о космической дисперсии света имела принципиальное значение, а ее убедительное обоснование явилось бы результатом огромной важности для физики. Поэтому обсуждение методов исследования стало достоянием печати. В письме к В. А. Михельсону от 8 авг. 1908 г. А. А. Белопольский писал:

«С П. Н. Лебедевым все лето в усиленной переписке: он меня отчитывает все за дисперсию в мировом пространстве: он играет на колоде, а я играю на колоссальных расстояниях (600 св. годов). Отголоски этой переписки Вы найдете в статьях Nordman'a, Тихова и Лебедева в Comptes Rendus»²⁾.

Переписка, имевшая место в ходе дискуссии, отразила стремление ученых решить вопрос до конца, найти новые способы исследования для получения надежных результатов и увеличить точность определений лучевых скоростей, а также на основании новейших научных теорий докопаться до истины.

Разумеется, и методы изыскания космической дисперсии и первые гипотезы имели свои трудности и неясности. К тому же А. А. Белопольский отмечал, что его результаты не являются чем-то законченным, наоборот, он

считал их завышенными. Для более реальных величин он предполагал продолжить исследования в этом направлении, усовершенствуя приборы и методы.

В 1909 г., обобщая результаты своих прежних исследований и пользуясь новейшими данными относительно β Возничего, А. А. Белопольский дал для дисперсии в пространстве значение, равное приблизительно 1/100 дисперсии в воздухе. Считая, что точность отдельных определений лучевых скоростей еще очень мала, А. А. Белопольский выразил надежду, что «... более тонкие наблюдения приведут к реальной величине дисперсии пространства, как бы мала она ни была»¹⁾.

Г. А. Тихов также продолжал свои исследования. Для этого он систематически проводил фотографирование звезд. Предполагая существование космической дисперсии, он ставил задачу обнаружить явления, подтверждающие это предположение. Обработка полученных Г. А. Тиховым и другими астрономами снимков переменных звезд W Б. Медведицы, RT Персея и XX Лебедя, показала, что кривые блеска, полученные в различных лучах, имеют отличные друг от друга форму, амплитуды и моменты минимумов. Оказалось, что новые исследования некоторых областей спектра подтвердили наблюдения 1907 г. в пределах ошибок наблюдения. Именно, во всех этих исследованиях были замечены явления, которые могли быть вызваны нормальной дисперсией света в межзвездном пространстве. Для Алголя, например, минимум блеска в красном свете наступал на 17 минут раньше, чем в синем.

Позже, в 1915—1916 гг. Маджини точными наблюдениями 20 переменных звезд подтвердил факт запаздывания фаз в синем свете относительно фаз в красном свете. Исследование Маджини интересно тем, что для некоторых звезд типа Алголя, RZ Кассиопеи и V Коронны он обнаружил обратное поведение явления. Для этих звезд четный минимум в длинноволновом свете запаздывал относительно минимума в коротковолновом свете.

¹⁾ Comstock G. G., The Medium of celestial space, «Nature», 83, S. 528.

²⁾ ЛО архива АН СССР, ф. 328, оп. 2, № 4, л. 10. Письмо А. А. Белопольского к В. А. Михельсону от 8 августа 1908 г.

¹⁾ Белопольский А. А., «Определение лучевых скоростей β Альгае в связи с дисперсией в пространстве». ИАН VI сер., т. 3, № 16, стр. 1106. Заседание ФМО 28 октября 1909 г.

Работы А. А. Белополюского 1912 г. и Маджиши 1914 г., а также некоторых других ученых подтверждают идею о дисперсии света в межзвездном пространстве.

В 1933 г. Э. Р. Мустель использовал новейший наблюдательный материал для звезд β Персея, W Б. Медведицы и RZ Кассиопеи для изучения эффекта Тихонова — Нордмана и выявления его закономерностей. Он изучил количественную связь между временем момента минимума и длиной волны, в которой даный минимум наблюдается. Для β Персея и W Б. Медведицы такая связь оказалась прямолинейной. Э. Р. Мустель обработал наблюдения Нордмана и Маджиши. Результаты обработки показали такую же зависимость. Допуская, что прямолинейная зависимость имеет место для всех звезд, Э. Р. Мустель получил угловой коэффициент, характеризующий величину запаздывания в минутах на 1 мкм по формуле $\Delta T = k\lambda + A$, где T — величина запаздывания минимума в минуту на 1 мкм, λ — длина волны, A — некоторая постоянная. Коэффициент оказался зависимым от яркости звезды. Особенно четко выражена зависимость у наиболее ярких звезд. Поэтому Э. Р. Мустель заключил, что эффект не может быть объяснен дисперсией света в пространстве. Если же предположить, что причиной эффекта является дисперсия света в атмосферах звезд (как указывал П. Н. Лебедев), то необходимо было бы этим звездам приписать слишком далеко простирающуюся атмосферу, т. е. «...причина эффекта Тихова — Нордмана должна лежать вне явления дисперсии»¹⁾. Как возможное объяснение эффекта, Э. Р. Мустель выдвинул воздействие спутника на атмосферу главной звезды, следствием чего является возникновение приливного горба, холодное вещество которого характеризуется красным излучением. Однако Э. Р. Мустель не отрицал существования космической дисперсии. Он отмечал, что если она и существует, то «весьма мала».

Таким образом, в дискуссии о причинах эффекта Тихова — Нордмана П. Н. Лебедев был более прав. Однако его утверждение, что «...пространство абсолютно лишено

¹⁾ Мустель Э. Р., «О неодинаковости моментов минимумов монохроматических кривых у затменных переменных», АИЖ, т. XI, вып. 5, 1934 г., стр. 424.

какой бы то ни было доступной измерению дисперсии света»¹⁾, неверно. И это понятно. Вопрос о дисперсии тесно связан с существованием или отсутствием межзвездной среды. Но даже открытие Гартманом в 1904 г. межзвездного Ca, подтвержденное Слайфером в 1909 г., потребовало убедительного доказательства, которое представил Эддингтон в 1926 г., чтобы утверждение о существовании больших газовых облаков было принято. Палично среды подтверждалось также открытием в эти годы в межзвездном пространстве атомов элементов Na, K, Ca, Ti, Fe, а также молекул CH^+ , CN. В 1937 г. О. Струве и К. Эльви обнаружили линии межзвездного водорода и кислорода.

Современные новейшие методы исследования позволили ученым достигнуть поразительных результатов в изучении свойств космического пространства, увеличив число открытых химических элементов и их соединений, составляющих межзвездный газ. Так, применение радиометодов привело к открытию полиатомных молекул: CHON , NH_3 , C_2H , HCN , CO , HNO , HC_2 , молекул водорода H_2 , воды H_2O , гидроксидов OH . Концентрация молекул CH и CHON составляет приблизительно 10^{-6} — 10^{-7} от концентрации атомов водорода.

Радиометоды позволили установить довольно точно облачную структуру межзвездного газа и его распределение в пространстве. Одновременно на пути луча может находиться несколько таких облаков (до 5), движущихся с различными скоростями.

Результаты исследований последних лет привели к выводу о наличии межгалактической среды. Предполагают, что она находится в чрезвычайно разреженном состоянии.

Пользуюсь случаем, чтобы выразить глубокую признательность члену-корреспонденту АН СССР Олегу Александровичу Мельникову за ценные советы и консультации при написании данной статьи.

¹⁾ Лебедев П. Н., «О кажущейся дисперсии света в пространстве», «Собрание сочинений», Изд. АН СССР, 1936 г., стр. 290.

АСТРОЛЯБИИ СРЕДНЕВЕКОВОГО ВОСТОКА

А. К. Таги-Заде, С. А. Вахабов

Астролябия представляла собой наиболее популярный астрономический инструмент средних веков и, в частности, средневекового Востока. Различным видам астролябий посвящено большое число трудов ученых средневекового Востока. В настоящей статье рассматриваются виды астролябий, изобретенные среднеазиатскими учеными ал-Бируни и ас-Сагани, иранскими учеными ас-Сиджизи и Шараф ад-Дином ат-Туси и испано-арабским ученым аз-Заркали. Основными источниками наших исследований являются классические трактаты Абу-р-Райхана ал-Бируни «Книга об исчерпании возможных способов конструирования астролябий» и Абу-л-Хасана ал-Маракуши «Собрание начал и результатов о науке определения времени», а также другие трактаты ал-Бируни об астролябиях и трактаты ас-Сагани и аз-Заркали. §§ 1, 5 и 7—12 статьи написаны А. К. Таги-Заде, §§ 2—4 и 6 — С. А. Вахабовым.

§ 1. Классическая астролябия

В настоящее время под астролябией понимают угломерный инструмент, состоящий из диска, укрепленного горизонтально на штативе, и алидады — линейки с диоптрами, вращающейся вокруг центра диска. С помощью алидады визируются направления в горизонтальной плоскости, концы алидады снабжены остриями, определяющими углы, составляемые ее направлениями с некоторыми фиксированными направлениями на градусной шкале, нанесенной на окружности диска.

В средние века астролябией назывался значительно более сложный инструмент, с помощью которого определялись координаты звезд. То, что называется астролябией в настоящее время, в то время считалось обратной стороной астролябии, с помощью нее измерялись высоты светила. Для этого астролябия подвешивалась в вертикальной плоскости, проходящей через светило, и с помощью алидады измерялась высота светила над горизонтом. Лицевая сторона астролябии состояла из неподвижного диска, «тимпана», на котором изображались в стереографической проекции круги небесной сферы, сохраняющиеся при ее суточном движении: небесный экватор, горизонт и его параллели — «альмукантараты» и резного диска, «наука», с изображениями в той же проекции эклиптики и наиболее ярких звезд. Тимпаны изготовлялись для определенной широты местности. Измерив высоту светила, поворачивали паук так, чтобы изображение точки эклиптики, в которой находится Солнце в данный день года, или изображение звезды попало бы на изображение альмукантарата, соответствующего измеренной высоте. Тогда на лицевой стороне астролябии получалось стереографическое изображение звездного неба в момент наблюдения, с помощью чего определялась вторая координата светила — азимут и точное время, а также «городской» — точка пересечения эклиптики с горизонтом в момент наблюдения, с помощью которого производились астрологические предсказания.

Первые дошедшие до нас трактаты об астролябиях — это «Об устройстве и применении астролябии» александрийского философа и математика VI в. н. э. Иоанна Филопона [1] и «Трактат об астролябии» сирийского ученого Севера Себохта [2], работавшего в Кенесре на Верхнем Евфрате в VII в. н. э. Трактат Филопона написан на греческом языке, трактат Себохта — на сирийском, однако и Филопон и Себохт употребляют греческое слово *αστρολάβιον*, а Себохт называет изобретателем астролябии некоего «философа», т. е., по-видимому, грека. Римский архитектор Марк Витрувий, работавший в I в. до н. э., в своих «Десяти книгах об архитектуре» описал часовой инструмент, называемый им «пауком» или «арахной» (*ἄραχνη* — по-гречески — «паук»), состоящий из

лицевой части астролябии и гидравлического привода, равномерно вращающего паук; сам Витрувий называет изобретателем «арахны» Евдокса (IV в. до н. э.) или Аполлония (III в. до н. э.) [3], стр. 185). Весьма вероятно, что «арахна», описанная Витрувием, была построена на основе инструмента, близкого к классической астролябии. Стереографической проекции, на которой основано изображение звездного неба в классической астролябии и в «арахне», описанной Витрувием, посвящено дошедшее до нас неполностью сочинение Клавдия Птолемея (II в. н. э.) «Проектирование сферы на плоскость» («Планисферий») [4]. Восстановлению отсутствующих в известном в средние века тексте «Планисферия» доказательств свойств стереографической проекции посвящена «Книга о построении астролябии» Ахмада ибн Мухаммада ал-Фергани (IX в.), изучавшаяся Б. А. Розенфельдом, Ш. Г. Добровольским и Н. Д. Сергеевой [5, 6].

§ 2. Трактаты ал-Бируни об астролябиях

Ал-Бируни, перечисляя свои сочинения в приложении к «Списку сочинений Мухаммада ибн Закарии ар-Рази», указывает, что он написал пять сочинений об астролябиях:

- 1) «Книгу об исчерпании возможных способов конструирования астролябии» (*Китаб фи исти'аб ал-вуджух ал-мумкина фи сан'а ал-астурлаб*) — на 80 листах,
- 2) «Об упрощении исправлений астролябий и действиях с астролябиями, составленными из северной и южной» (*Фи тасхил ат-тасхих ал-астурлаби ва-л-'амал би-мураккабатиhi мин ал-шимали ва-л-джануби*) — на 10 листах,
- 3) «О проектировании созвездий на плоскость и изображении на плоскости стран» (*Фи тастих ас-сувар ва табтих ал-кувар*) — на 10 листах,
- 4) «О том, что превращает возможность астролябии в действие» (*Фима 'ухридж ма фи кувва ал-астурлаб ила ал-фа'ал*) — на 30 листах,
- 5) «О применении сферической астролябии» (*Фи исти'мал ал-астурлаб ал-курри*) — на 10 листах.

Из этих сочинений в настоящее время известны рукописи первого и третьего трактатов. Рукописи первого трактата, который мы будем коротко именовать «Астро-

лябии», хранятся в Лейденской университетской библиотеке (Ог. 591/4) и в б. Прусской государственной библиотеке в Западном Берлине (Ahlw. 5796); там же имеется еще одна неполная рукопись этого трактата (Ahlw. 5795). Кроме того, рукописи этого трактата имеются в Лондоне (Британский музей, 5593), Оксфорде (Бодлеянская библиотека I 1037/3 — неполная), Стамбуле (Айя София 2576, Джарулла 1451, Тонканы Сарайы 3505/7), Багдаде (Саркис 157), Тегеране (Меджлис 81/2, 150, 1926, Сипах-салар 123/3, Занджан 5539, 5540), Калькутте (Национальная библиотека, Керзон 19) и в Рампуре (Раза I 425).

Этот трактат до сих пор не издали ни в переводе, ни в арабском оригинале. Обзор содержания этого трактата был дан Й. Франком [7], А. Абдурахмановым и Б. А. Розенфельдом [8, 9], отдельные разделы трактата изданы в немецком переводе Э. Видемана и Н. Франка [10] (предисловие), [11] (описание делительных приспособлений), [12] (различные виды астролябий), [13] (описание совершенного циркуля), [14] (описание механического календаря); см. также книгу Б. А. Розенфельда, М. М. Рожанской и З. К. Соколовской «Абу-р-Райхан ал-Бируни» (973—1048) [15] (стр. 148—156, 162—166, 169—172).

Рукопись третьего трактата, который мы будем коротко именовать «Картографией», хранится в Лейдене (Университетская библиотека, Ог. 14/15). Неполный немецкий перевод этой рукописи был издан Г. Зутером [16], узбекский перевод рукописи издали А. Расуловым [17]. Кроме этих сочинений, сохранились еще три трактата ал-Бируни об астролябиях, не указанные в приложении к его «Синску»: «Трактат об астролябии» (Рисала фи-л-астурлаб), «Книга жемчужин о плоскостях сферы» (Китаб ад-дурар фи сатх ал-кура) и «Книга о способе применения наук астролябии» (Макала фи-т-тарик ал-исти' мал фурун ал-астурлаб).

Рукописи первого из этих сочинений хранятся в Западном Берлине (б. Прусская государственная библиотека, Ahlw. 5794) и в Мейхеде (библиотека имама Ризы, 5594); рукописи второго — в Оксфорде (Бодлеянская библиотека, Uri 1046), рукопись третьего, состоящая из 20 глав, — в Париже (Национальная библиотека, Arabe 2498/1). Возможно, что некоторые из этих трактатов сов-

падают с какими-нибудь из упомянутых ал-Бируни. «Трактат об астролябии» посвящен применению астролябии, он описан А. Абдурахмановым и Б. А. Розенфельдом [8, 9]. «Книга о способе применения наук астролябии», состоящая из 20 глав, близка к «Трактату об астролябии». Ниже мы рассмотрим «Астролябии», «Картографию» и «Книгу жемчужин».

§ 3. «Астролябии» ал-Бируни

«Астролябии» ал-Бируни состоят из введения и 70 разделов.

В разделе 8, говоря о преломлении, ал-Бируни указывает, что долготы неподвижных звезд, указанные Птолемеем, следует пересчитать для 1310 года эры Александра ([18], л. 20). Так как 1310 г. эры Александра, т. е. Селевкидской эры, — 998 г. н. э., отсюда можно сделать вывод, что «Астролябии» были написаны около 998 г. Во всяком случае, в «Хронологии» (Памятниках минувших поколений), написанных около 1000 г., ал-Бируни уже ссылается на «Астролябии» ([19], стр. 408).

В начале введения говорится, что ал-Бируни написал этот трактат по просьбе шейха Абу Сахла. По-видимому, это Абу Сахл Иса ибн Яхья ал-Масихи — врач и астроном, учитель и друг Ибн Сины, работавший в Хорезме во время пребывания ал-Бируни в Гургане в 998—1003 гг. Ал-Бируни вел в это время переписку с ал-Масихи, который послал ему в Гурган 12 своих сочинений «написанных на имя» ал-Бируни, три из них были посвящены астрономии. Ал-Масихи просил ал-Бируни написать этот трактат «как наставление или руководство для изготовления астролябии и дать исчерпывающие ответы на все вопросы конструирования астролябии» ([18], л. 2).

Во введении дается определение классической астролябии и разъясняются свойства стереографической проекции небесной сферы на плоскость, параллельную плоскости небесного экватора. При этом центр проекции находится на сфере. Ал-Бируни называет проекцию (и астролябию) северной, если небесная сфера проектируется на плоскость из южного полюса небесного экватора,

и южной, если центр проекции находится на северном полюсе небесного экватора.

Уже во введении ал-Бируни делает замечание относительно переноса центра проекции по оси проекции, при котором формы изображений, получающихся на плоскости проекции, изменяются, становятся прямыми линиями, кругами, эллипсами, гиперболами и параболами.

Разделы 1—3 трактата посвящены построению и применению делительных приспособлений для кругов и для диаметров астролябии.

Делительное приспособление для кругов — латунное кольцо с градусными делениями на внешнем ободе, приклеиваемое смолой или воском к диску, из которого делается «паук». На одной половине обода — равномерные градусные деления, на другой половине для точки, отстоящей от начальной точки на расстоянии α дуговых градусов, ставится обозначение λ , связанное с α зависимостью

$$\sin \alpha = \sin \lambda \cos \varepsilon,$$

где ε — «наибольшее склонение» (угол наклона эклиптики к небесному экватору); если λ — долгота точки эклиптики, то α — прямое восхождение этой точки. Здесь же ал-Бируни приводит таблицу, выражающую эту зависимость. Делительное приспособление для диаметров — квадратная латунная пластинка, сторона которой равна наибольшему диаметру астролябии. Одна из сторон квадрата делится на 120 или на 60 равных частей, а противоположная ей сторона делится пополам; середина этой стороны соединяется со всеми делениями первой стороны. С помощью этого приспособления величины, вычисленные в одном масштабе, легко переводятся в другой масштаб.

В разделе 3 предлагаются способы применения делительного приспособления для кругов при построении астролябии. С этого раздела начинается изложение построения северной астролябии. Сначала изготавливается основание астролябии; оно делается из камня или из латуни, на этом основании чертят круг, диаметр которого равен диаметру изготавливаемой астролябии. Обе стороны основания тщательно полируются. С правой стороны оставляется треугольник, называемый «треном», для колечка,

за которое астролябию можно подвешивать. Край лицевой стороны основания, называемый лимбом, делится на 360 градусов. На обратной стороне только левый верхний квадрант делится на 90 градусов.

Затем изготавливается тимпан астролябии — круглый латунный диск. Край тимпана является изображением тропика Козерога. С помощью угольника проводятся два взаимно перпендикулярных диаметра этого тропика; один из этих диаметров, расположенный горизонтально, называется линией «восток — запад», верхняя половина другого диаметра называется «линией середины неба», а другая, нижняя половина этого диаметра называется «линией колышка Земли» (последний термин заимствован из астрологии, в которой «колышками» (cardines) называют четыре точки пересечения эклиптики с горизонтом и меридианом).

В разделе 4 описывается проведение на тимпане круга, изображающего небесный экватор («круг Овна»), и параллелей, соответствующих различным значениям склонения δ , обычно через 1° , и в частности, тропиков Рака и Козерога, соответствующих значениям $\delta = \varepsilon$ по разные стороны от небесного экватора.

В разделе 5 описывается проведение на тимпане кругов, изображающих горизонт и альмукантараты, соответствующие различным значениям высоты h .

В разделе 6 описывается проведение на тимпане «часовых линий», позволяющих переводить «прямые часы» ($1/24$ части суток), определяемые углом поворота тимпана, в «косые часы» ($1/12$ светлого или темного времени суток).

В разделе 7 описывается построение эклиптики на «пауке». Градуировка долгот точек эклиптики производится с помощью делительного приспособления для кругов, если значение λ точки эклиптики совпадает со значением λ на шкале той точки делительного приспособления, которая лежит на одном градусе с этой точкой.

В разделе 8 описывается построение острий, изображающих неподвижные звезды на «пауке». Если эклиптическая долгота звезды равна λ , а ее склонение равно δ , то изображение звезды лежит на пересечении изображения параллели со склонением δ и радиуса, проходящего через точку шкалы делительного приспособления со зна-

чением 2. Другой способ построения этих острий описывается в разделе 9.

В разделе 10 излагается определение склонения неподвижных звезд по их эклиптическим координатам, в разделе 11 — определение «градусов прохождения» неподвижных звезд, т. е. градусов эклиптики, проходящих вместе с ними через небесный меридиан. В разделе 12 излагается построение «кругов азимутов» (вертикалов) на тимпане, в разделах 13 и 14 излагаются методы этих построений, принадлежащие астрономам X в. Абу Мухаммаду ас-Сайфи и Абу Махмуду ал-Ходженди, в разделе 15 — построение острий неподвижных звезд с помощью вертикалов. В разделе 16 излагается построение изображений альмукантаратов понижения (расположенных ниже горизонта). В разделе 17 излагается восстановление старых астролябий с потерянным пауком.

В разделе 18 излагается построение «южной астролябии». В разделах 19 и 20 излагаются два способа определения «прямых часов» с помощью астролябий. В разделе 21 описывается построение «тимпана дирекции», необходимого для проведения астрологической операции, называемой дирекцией (тасйир). В разделе 22 описывается построение «тимпана горизонтов», с помощью которого строятся изображения горизонтов, соответствующих различным широтам местности. В разделе 23 описывается построение «горизонта восхождений знаков зодиака».

В разделе 24 излагается построение альмукантаратов на горизонте, совпадающем с небесным экватором (это имеет место на полюсах земного шара).

В разделах 25 и 26 излагается пользование «спуск-квадрантом» на спинке астролябии. В разделе 27 описывается определение времени начала зари и конца сумерек на тимпанах, в разделах 28 и 29 описывается определение времени мусульманской молитвы «аср» на тимпанах и с помощью икалы на спинке астролябии. В разделе 30 описывается определение «прямых» и «косых» часов с помощью икалы на спинке астролябии. В разделах 31 и 32 описывается определение высоты Солнца по времени и обратно с помощью вычислений, а в разделе 33 — с помощью построений. В разделе 34 описывается построение «прямых» часов с помощью алиады астролябии, в разделе

35 — построение на спинке астролябии «квадрантов теней» (тангенс-квадрантов) и так называемой «ступенчатой тени». В разделе 36 описывается построение трубки для определения высот светил.

Разделы 37—42, посвященные «комбинированным», «челнообразной» и некоторым другим астролябиям, мы рассмотрим ниже, в §§ 8—9. «Комбинированным» астролябиям посвящен второй из трактатов ал-Бируни, упомянутых в составленном им списке его трудов.

В разделе 43 описывается вычисление радиусов кругов, изображающих альмукантараты высот h в местности с широтой φ с помощью таблиц зависимостей абсцисс x и y точек пересечений этих кругов линией меридиана. Эти зависимости выражаются функциями

$$x = \operatorname{tg} \frac{\varphi - h}{2}, \quad y = \operatorname{ctg} \frac{\varphi + h}{2}.$$

В разделе 44 описывается применение к этому построению делительного приспособления для диаметров.

В разделе 45 описывается проведение кругов, с помощью которых производится астрологическая операция «экваллизации домов» — подразделения эклиптики на 12 «астрологических домов»; четырем из точек деления эклиптики на «дома» являются упомянутые выше «колышки». В разделе 46 те же действия описываются для «южной астролябии».

В разделе 47 описывается «сферическая астролябия с пауком», в которой небесная сфера изображена не в виде плоского диска, а в виде сферы, и форму сферы имеет «паук». Этому вопросу посвящен пятый из трактатов ал-Бируни, упомянутых в составленном им списке его трудов.

В разделе 48 описывается «наблюдательная астролябия» (ал-астурлаб ар-расди), представляющая собой комбинацию армиллярной сферы, состоящей из колец, изображающих основные круги небесной сферы, и обычной астролябии, встроеной в кольцо, изображающее меридиан.

Раздел 49, посвященный «распластанной» астролябии и «совершенной астролябии» ас-Сагани, мы рассмотрим в § 4; разделы 50 и 52, посвященные «совершенной проек-

ции» и «совершенной астролябии» ал-Сагани, мы рассмотрим в § 5. Раздел 51 посвящен «нитяному построению» эллипса на плоскости, необходимому для построения «совершенной астролябии». Раздел 53, посвященный «цилиндрической астролябии» ал-Бируни, мы рассмотрим в § 7.

В разделе 54 излагается способ построения диаметров эллипса, в разделах 55—57 — построение горизонта и альмукантаратов «совершенной астролябии», имеющих соответственно вид эллипса, параболы и гиперболы, в разделе 58 — способ учителя ал-Бируни Абу Насра ибн Ирака построения гиперболы. В разделе 59 описывается «совершенный циркуль» Абу Сахла ал-Кухи, с помощью которого можно строить все три вида конических сечений, в разделах 60—62 — применение этого инструмента к построению эллипса, параболы и гиперболы. В разделах 63—64 описываются аналогичные построения для южной астролябии. В разделах 65—66 излагается построение вертикалов в «совершенной проекции», в разделе 67 — построение альмукантарата по известному расстоянию на горизонте от небесного меридиана, имеющего форму эллипса, в разделе 68 — построение острий неподвижных звезд на науке «совершенной астролябии». В разделах 69 и 70 описываются изобретенные ал-Бируни механический календарь, демонстрирующий движение Солнца и Луны, и «диск затмений», демонстрирующий солнечные и лунные затмения.

§ 4. «Распластанная астролябия»

Раздел 49 «Астролябий» ал-Бируни посвящен так называемой «распластанной астролябии» (ал-астурлаб ал-мубаттах); заметим, что Э. Видеман и Й. Франк [7, 12] читают в названии этой астролябии последний звук иначе и тогда название астролябии следует переводить как «дынеобразная».

«Распластанная астролябия» представляет собой один из древнейших видов астролябий: историк Ибн ал-Надим (X в.) [120], стр. 273) приписывает конструирование этих астролябий астроному Ибрахиму ал-Фазари (ум. 777).

Ал-Бируни в своей «Картографии» указывает, что ал-Фергани упомянул сочинение об этой астролябии, написанное известным философом Я'кубом ибн Исхаком ал-Кинди (ум. ок. 873) или известным астрономом Халидом ал-Марверруди (IX в.) ([16], стр. 84). И в указанном трактате и в трактате об астролябиях ал-Бируни указывает, что ал-Фергани резко отрицательно относился к «распластанной астролябии», против чего протестовал его знаменитый современник Мухаммад ибн Муса ал-Хорезми.]

Здесь ал-Бируни описывает построение «распластанной астролябии» следующим образом:

«Начертим на круглой пластинке круг меньший, чем величина пластинки, так что часть, остающаяся вне круга, соответствовала бы приблизительно четверти диаметра этого круга. Затем разделим этот круг, проведем два его диаметра, пересекающиеся под прямым углом, и продолжим эти диаметры до края пластинки. Затем разделим половину [диаметра] на девятью равных частей и продолжим эти деления на продолжения диаметров, находящиеся вне круга, так чтобы они были равны делениям, находящимся внутри круга. Достаточно, чтобы внешних делений было примерно двадцать пять. Затем оценим из центра круга круги на расстояниях, равных каждому делению, и получим девятью делениями внутри круга и двадцать пять вне его. Далее отложим на диаметре круга величину наибольшего склона внутри и вне круга и оценим из центра круга на расстояниях, равных каждому из этих пределов. Внутри круга мы получим тропик Рака, сам круг — круг Овна и Весов, а вне круга получим тропик Козерога» ([18], л. 88—88 об.).

Если точка сферы имела прямое восхождение α и склонение δ , то за ее изображение на плоскости припимается точка построенного круга, радиус-вектор которого составляет с некоторым радиусом круга угол α , а расстояние от центра равно $90^\circ - \delta$ в случае северного склонения и $90^\circ + \delta$ в случае южного склонения.

Проекция «распластанной астролябии» представляет собой упрощенную стереографическую проекцию. Поэтому круги на сфере изображаются на плоскости в этой проекции не кругами, но овалами, близкими к кругам, а углы на сфере изображаются на плоскости не в точности равными, но близкими углами.

Под несомненным влиянием этой проекции ал-Бируни пришел к предложенной им в указанном трактате глобу-

лярной проекции, которая относится к стереографической проекции сферы из точки экватора на меридиональную плоскость, обрезанной по меридиану, расположенному в этой плоскости как проекция «распластанной астролябии» к стереографической проекции из полюса мира на экваториальную плоскость. В глобулярной проекции ал-Бируни полусфера изображается кругом, в котором проведены горизонтальный и вертикальный диаметры, разделенные на 180 равных частей, и точка сферы с долготой λ и широтой ϕ изображается точкой пересечения круга, проходящего через полюсы и точку горизонтального диаметра, отстоящую на λ делений от центра и круга, проходящего через точку вертикального диаметра, отстоящую на ϕ делений от центра и точки окружности круга, отстоящей на ϕ дуговых градусов от горизонтального диаметра.

§ 5. Совершенная астролябия ас-Сагани

Разделы 50 и 52 «Астролябий» ал-Бируни посвящены изложению «совершенной проекции» ас-Сагани. «Книга о способе проектирования сферы на плоскость астролябии» ас-Сагани была издана в Хайдарабаде в сборнике трактатов предшественников и современников ал-Бируни [21]; обзор этого трактата был дан Л. М. Карповой и А. К. Таги-Заде [22, 23].

За полюс проектирования ас-Сагани принимает не один из полюсов мира, а любую точку оси небесной сферы, расположенную внутри или вне ее. В этом случае круги сферы изображаются уже не кругами или прямыми линиями, а кругами или коническими сечениями. Однако все свойства астролябии, необходимые для решения указанных нами задач, сохраняются, так как вращение сферы при проекции ас-Сагани, так же как при стереографической проекции, изображается поворотом плоскости проекции. В трактате излагается построение «совершенной проекции» и проектирование этим способом альмукантаратов и вертикалов небесной сферы на плоскость астролябии.

При любом положении центра проекции круги, плоскости которых проходят через этот центр, проектируются

в виде прямых. Рассмотрим теперь изображение кругов, плоскости которых не проходят через центр проекции. Если центр проекции расположен внутри сферы и мы проведем через него плоскость, перпендикулярную к оси, то точки пересечения сферы с этой плоскостью при проектировании перейдут в бесконечно удаленные точки плоскости проекции. Поэтому круги сферы, пересекающие эту плоскость в двух точках, спроектируются в виде гипербол, круги сферы, касающиеся этой плоскости, в виде парабол, а круги сферы, не имеющие с этой плоскостью общих точек — в виде эллипсов или кругов. Если же центр проекции расположен вне сферы, то круги сферы не могут пересечься с построенной нами плоскостью и все круги сферы, плоскости которых не проходят через центр проекции, проектируются в виде эллипсов или кругов.

В «Хронологии» ал-Бируни писал:

«Абу Хамид ас-Сагани перенес вершины конусов и поместил их внутри сферы или вне ее на одной прямой с осью. Таким образом, большие круги сфер приняли форму прямых линий, кругов, эллипсов, парабол или гипербол. Никто раньше не чертил такой удивительной плоскости» ([19], стр. 407).

§ 6. «Книга жемчужин» ал-Бируни

Проекция «совершенной астролябии» изложена ал-Бируни и в его раннем трактате «Книга жемчужин о плоскостях сферы». Эта рукопись до последнего времени не исследовалась и так как ее название можно перевести также «Книга жемчужин о поверхности сферы», считалось, что это сочинение относится к сферической тригонометрии (см. [15], стр. 252). Рукопись состоит из восьми «речей». О 1-й «речи» ниже мы будем говорить более подробно, в следующих «речах» излагается построение обычной астролябии: во 2-й «речи» — проектирование параллелей, в 3-й «речи» — проектирование горизонта, в 4-й «речи» — проектирование альмукантаратов, в 5-й «речи» — проектирование вертикалов, в 6-й «речи» — проектирование эклиптики, в 7-й «речи» — проектирование неподвижных звезд, в 8-й «речи» — проведение часовых линий. Начало первого раздела «Книги жемчужин» гласит:

«Первая речь — о свойствах изображений того, что на сфере, на плоскости при изменении полюса проектирования по оси. Проекции — конические сечения попадают между центром

или стороной северного полюса							
на оси внутри сферы			или на оси вне сферы			или на самом полюсе	
круги	прямые	или три вида сечений	круги	эллипсы	или прямые линии	круги	или прямые линии
или стороной южного полюса							
или на самом полюсе		или на оси внутри сферы			или на оси вне сферы		
круги	или прямые линии	круги	прямые линии	или три вида сечений	круги	эллипсы	или прямые линии

«Круги, изображаемые на астролябии, или большие, т. е. горизонты и азимуты, или малые, т. е. параллели и альмукантараты» ([24], л. 2)

Левые три столбца в верхней части таблицы относятся к «северным астролябиям», правые три столбца в нижней части таблицы — к «южным астролябиям». В обоих случаях ал-Бируни рассматривает три вида проектирования, когда центр проектирования совпадает с одним из полюсов мира (стереографическая проекция) или находится на оси мира внутри или вне сферы; последние два вида — два вида «совершенной проекции» ас-Сагани. Далее ал-Бируни указывает, каким способом в этих проекциях изображаются круги сферы: кругами, прямыми, эллипсами, или всеми тремя видами конических сечений. Отсутствие упоминания имени ас-Сагани и его термина «совершенная астролябия» указывает, что «Книга жемчужин» была сочинена ал-Бируни до его знакомства с книгой ас-Сагани, уже хорошо известной ему в 998 г., когда писался трактат об астролябиях. Отсюда можно сделать вывод, что молодой ал-Бируни пришел к проек-

ции ас-Сагани самостоятельно и только впоследствии, ознакомив своего учителя Абу Насра Ибн Ирака или Абу Махмуда ал-Ходженди со своей «Книгой жемчужин», он узнал о существовании трактата ас-Сагани.

§ 7. Цилиндрическая проекция ал-Бируни

Найдя открытую им проекцию в книге ас-Сагани, ал-Бируни рассмотрит предельный случай этой проекции, когда центр проектирования находится в бесконечно удаленной точке оси мира, т. е. когда проектирование происходит параллельно этой оси. По этому поводу ал-Бируни пишет в «Хронологии»:

«Скода же относится разновидность [проекции], которую я называл цилиндрической: до меня не дошло, чтобы кто-либо из предшественников этой науки упоминал о ней раньше меня. [Цилиндрическая проекция] состоит в том, что через круги или точки в сфере проходят линии или плоскости, параллельные оси; [таким образом] на плоскости дня получаются только прямые линии, круги и эллипсы» ([19], стр. 407—408).

Заметим, что ал-Бируни ошибается, считая, что параллельное проектирование предложено им впервые — на самом деле его применял Птолемей в своей «Анатомии» [25].

Цилиндрической проекции посвящен 53-й раздел «Астролябий» ал-Бируни, где, однако, только упоминается о том, что горизонт и альмукантараты в этой проекции изображаются на экваториальной плоскости эллипсами. Однако в этом же разделе ал-Бируни ссылается на другой свой трактат, где изложено это проектирование, и пишет: «Это является недостаточным изложением требуемого вопроса, более подробно он был изложен раньше» ([18], л. 108). Возможно, что этим трактатом ал-Бируни был один из упомянутых выше не дошедших до нас трактатов об астролябиях. По-видимому, по упомянутому ал-Бируни трактату цилиндрическая проекция изложена гораздо более подробно в «Собрании начал и результатов о науке определения времени» ал-Маракуни. Здесь цилиндрической проекции посвящена 9-я глава II «науки», озаглавленная «Краткое упоминание о построении цилиндрической астролябии». Ал-Маракуни здесь пишет:

«Из этой астрольбии круг Овна (т. е. небесный экватор. — *Авт.*) — наибольший круг, как и на сфере, а все параллельные ему круги имеют радиусы, каждый из которых равен косинусу его склонения от круга равноденствия как на сфере (рис. 1)... Тогда мы опишем из центра тимпана круг, близкий к окружности тимпана, как круг начала Козерога для северной астрольбии — это круг начала Овна. Проведем в нем два диаметра, пересекающихся под прямыми углами, один из них — небесный экватор, а второй — горизонт. Разделим одну из его четвертей на 90 равных частей, отсчитывая части от горизонта. Тогда, если мы желаем изобразить любое склонение из кругов, параллельных небесному экватору, то берем на разделенной четверти [дугу], равную полному склонению этого круга равноденствия, и проведем от конца [дуги] точную линию, параллельную горизонту. Из центра тимпана опишем круг, касающийся этой линии. Полученный круг — именно тот, который мы желали изобразить» ([26], л. 53 об. — 54).

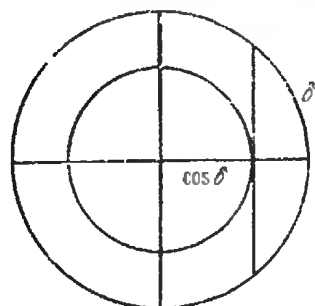


Рис. 1. Построение тимпана цилиндрической астрольбии.

«Альмукаantarаты местности, не имеющие широты, изображаются в этой астрольбии прямыми линиями с неограниченными концами и параллельными горизонту. Расстояние каждого альмукаantarата от центра [находящегося] на линии середины неба, равно величине синуса склонения. Альмукаantarаты наклонного горизонта изображаются в этой проекции эллипсами» ([26], л. 54).

Далее ал-Маракуши указывает, чему равны диаметры эллипсов, являющихся проекциями альмукаantarатов, высоты которых меньше, больше или равны широте местности, а также описывает проектирование вертикалов («азимутов»).

Заметим, что проектирование сферы из ее центра на плоскость, перпендикулярную к оси, при которой все большие круги сферы изображаются прямыми, а малые круги — коническими сечениями всех трех видов, также является частным случаем проекции ас-Саганг.

Отметим также, что ал-Фергани в своей «Книге о построении астрольбии» считал построение астрольбии, полюс проектирования которой не совпадает с полюсом мира, невозможным ([6], стр. 209).

§ 8. Комбинированные астрольбии ас-Сиджизи

Разделы 37 и 38 книги ал-Бируни «Астрольбии» посвящены астрольбиям, являющимся комбинациями северных и южных, описанных ас-Сиджизи. «Абу Са'ид Ахмад ибн Мухаммад ибн Абд-ал-Джалил ас-Сиджизи (ок. 950 — ок. 1025), уроженец Сиджистана, работал в Ширазе при бундском эмире Адуд ад-Дауло. Ал-Бируни был лично знаком с ним и в «Памятниках минувших поколений» пишет, что ас-Сиджизи рассказывал ему о календаре древних сиджистанцев ([19], стр. 56).

Ал-Бируни переходит к изложению комбинированных астрольбий после подробного изложения построения северной астрольбии и южной астрольбии.

Применение комбинированных астрольбий объясняется тем, что на северных астрольбиях нельзя изобразить звезды, близкие к южному полюсу, а на южных астрольбиях нельзя изобразить звезды, близкие к северному полюсу; иногда же нужно на одной и той же астрольбии изобразить некоторые звезды, близкие к северному полюсу, и некоторые звезды, близкие к южному полюсу.

В разделе 37 «Астрольбий», озаглавленном «Способы соединения северного и южного видов астрольбий и комбинации форм одной из них с другой», ал-Бируни пишет:

«Теперь я добавлю указания на то, что применяется из комбинаций северных и южных астрольбий. Я говорю, что нахожу прекрасным этот способ, применяющийся при конструировании астрольбии, являющейся для меня [одной] из самых необходимых вещей. С большой осторожностью я отмечаю равенство в этом учеников и учителей, поскольку они не отличаются друг от друга по своим знаниям, по полученным результатам и по наличию таланта. Поэтому я присоединяю возможность предыдущих к тому, что было открыто ими и их последователями и сначала [говорю] о превращении возможности в действительность в науке благодаря возникшей в это время замечательной мысли» ([18], л. 51 об. — 52).

«Первые комбинации, которые [часто] применяются, — пишет ал-Бируни, — это — два вида [астрольбий], один из которых называется «барабаннообразной», а также «айвообразной», другой же вид называется «миртообразной», а также «миробаланнообразной». Существование одного из обоих видов определяется существованием другого. Один из них может иметь преимущество перед другим только по качеству легкости [построения], так как подразделение эклиптики «барабаннообразной» астрольбии легче, чем «миртообразной», а проведение альмукаantarатов одинаково трудно для обоих видов» ([18], л. 53).

«Барабанообразной» (ал-мутаббал) или «айвообразной» (ас-сафарджали) фигурой называется фигура, состоящая из двух равных сегментов круга, больших полуокруга, а «миртообразной» (ал-аси) или «миробатанообразной» (ал-ихлиджели) фигурой называется фигура, состоящая из двух равных сегментов, меньших полуокруга.

«Что касается «барабанообразной» астрoliaбии, то [сначала] на пауке строится эклиптика так же, как в северной астрoliaбии известно, что ее центр находится на половине [меридиана, называемой] линией «середины неба». Затем на нем проводится эклиптика,

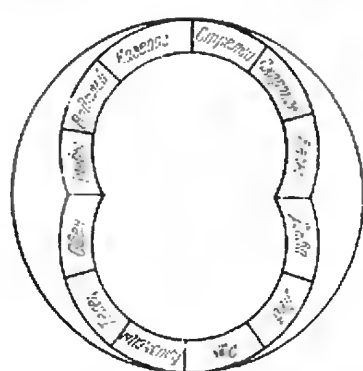


Рис. 2. Барабанообразная астрoliaбия.

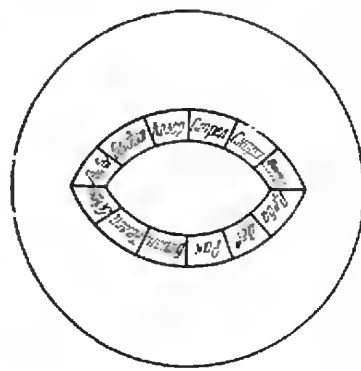


Рис. 3. Миртообразная астрoliaбия.

так же как на южной астрoliaбии, причем ее центр находится с противоположной стороны, т. е. на [полу]диаметре «колышка Земли», и обе они пересекаются на востоке круга Овна, и на его западе. Далее отделяются южные знаки зодиака от северной эклиптики, а северные — от южной, стираются следы [линий] и фиксируются неподвижные звезды в той половине, в которой имеется часть [эклиптики], взятая из северной астрoliaбии, получаемые с помощью северной проекции, а в той половине, в которой имеется часть, взятая из южной [астрoliaбии], фиксируются неподвижные звезды, полученные с помощью южной проекции» ([18], л. 53—53 об.).

Таким образом, в «барабанообразной» астрoliaбии знаки зодиака от Овна до Девы взяты из южной астрoliaбии, а от Весов до Рыб — из северной астрoliaбии, так что изображение эклиптики на пауке образует «ба-

рабанообразную» фигуру (рис. 2). а в «миртообразной» астрoliaбии знаки зодиака от Овна до Девы взяты из северной астрoliaбии, а от Весов до Рыб — из южной астрoliaбии, так что изображение эклиптики на пауке образует «миртообразную» фигуру (рис. 3).

Комбинации «барабанообразной» и «миртообразной» астрoliaбий дают астрoliaбью, называемую «ракообразной» (ал-мусаратин) или «рыбообразной» (ас-самаки) (рис. 4) и астрoliaбью, называемую «анемообразной» (аш-шакаики) (рис. 5).

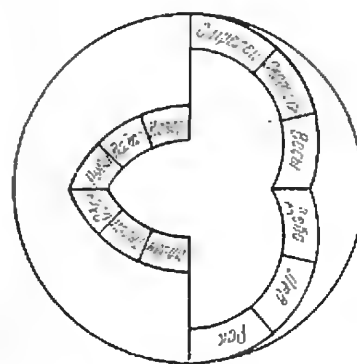


Рис. 4. Ракообразная астрoliaбия.

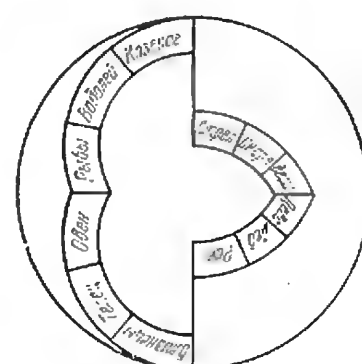


Рис. 5. Анемообразная астрoliaбия.

В разделе 38 «Астрoliaбий», озаглавленном «Ракообразная астрoliaбия», ал-Бируни пишет:

«Ракообразная астрoliaбия состоит из двух комбинированных видов астрoliaбий и более известна, чем другие комбинированные виды. Начало ее построения относят к Птолемею. а Абу Са'ид Ахмад ибн Мухаммад ибн Абд-ад-Джалл ал-Сиджизи написал книгу о способах комбинации северных и южных астрoliaбий. Здесь мы приводим те из этих способов, которые относятся к этому вопросу... Что касается паука этой астрoliaбии, то он состоит из частей паука северной астрoliaбии для весенних и осенних четвертей и южной астрoliaбии для зимних и летних четвертей. Для каждой четверти строится острия неподвижных звезд... Что касается альмукантаратов, то они чертятся на тимпанах обоих пересекающихся горизонтов, которые мы чертили для «барабанообразной» и «миртообразной» астрoliaбий» ([18], л. 55 об.—56).

Рукопись сочинения ас-Сиджизи, озаглавленного «Трактат о ракообразной астрологии» (Рисала фи-л-астурлаб мусаратан) хранится в Мешхеде (библиотека имама Ризы, 5286), другой трактат ас-Сиджизи «Книга о по-

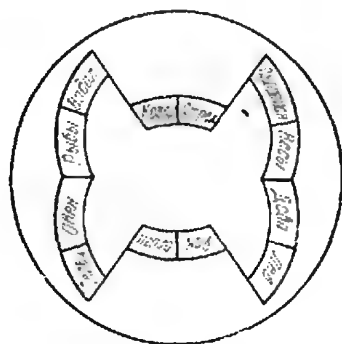


Рис. 6. Чашеобразная астрология.

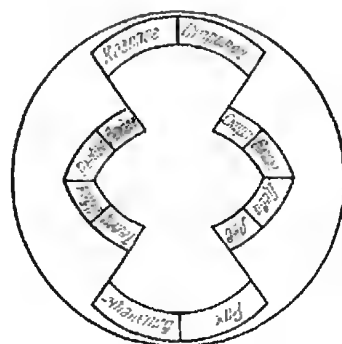


Рис. 7. Нарциссообразная астрология.

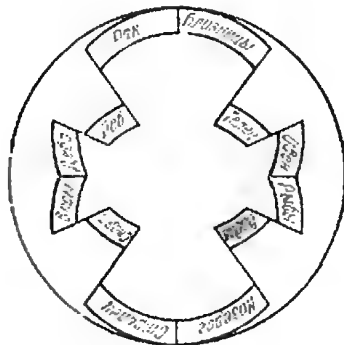


Рис. 8. Раковиннообразная астрология.

строении астрологии» (Китаб фи амал ал-астурлаб), хранится в Стамбуле (Топкапы Серайы 3342/9). Эта рукопись была описана М. Краузе (127, стр. 468—469).

Следующей сопряженной парой комбинированных астрологий являются «чашеобразная» астрология (ал-бати)

и «нарциссообразная» астрология (ап-нарджисани) (рис. 6, 7).

Далее ал-Бируни определяет сопряженную пару комбинированных астрологий, называемых «раковиннообразной» (ас-садафи) (рис. 8) и «черепахообразной» (ас-самхафи).

Приведем далее рисунки двух комбинированных астрологий, сопряженные пары которых хотя и существуют, но никогда не применялись при конструировании астрологий. Это «буйволообразная» астрология (ал-джамуси) и «коврообразная» астрология (ал-бисати) (рис. 9, 10).

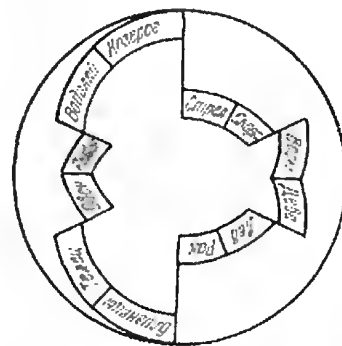


Рис. 9. Буйволообразная астрология.

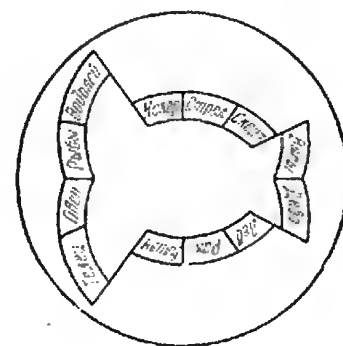


Рис. 10. Коврообразная астрология.

Комбинированные астрологии основаны на более сложных проекциях, при которых одни знаки зодиака проектируются из южного полюса мира, а другие — из северного полюса мира; первые знаки лежат на круге, изображающем эклиптику в северной астрологии, а вторые на круге, изображающем эклиптику в южной астрологии.

В таблице на стр. 190 буквы указывают, в какой астрологии — северной (с) или южной (ю) — помещены знаки зодиака на круге, изображающем эклиптику. Цифры в верхней строке таблицы обозначают знаки Зодиака: 0 — Овен, 1 — Телец, 2 — Близнецы, 3 — Рак, 4 — Лев, 5 — Дева, 6 — Весы, 7 — Скорпион, 8 — Стрелец, 9 — Козерог, 10 — Водолей, 11 — Рыбы.

Астролябия	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Северная	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Южная	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю
Барабанообразная	ю	ю	ю	ю	ю	ю	с	с	с	с	с	с
Миртообразная	с	с	с	с	с	с	ю	ю	ю	ю	ю	ю
Ракообразная	с	с	с	ю	ю	ю	с	с	с	ю	ю	ю
Анемонаобразная	ю	ю	ю	с	с	с	ю	ю	ю	с	с	с
Чашеобразная	ю	ю	с	с	ю	ю	с	с	ю	ю	с	с
Нарциссообразная	с	с	ю	ю	с	с	ю	ю	с	с	ю	ю
Раконнообразная	ю	с	ю	ю	с	ю	с	ю	с	с	ю	с
Черепашеобразная	с	ю	с	с	ю	с	ю	с	ю	ю	с	ю
Буйволообразная	с	ю	ю	с	с	ю	с	ю	ю	с	с	ю
Коврообразная	ю	ю	с	с	с	ю	с	ю	ю	ю	с	с

§ 9. Челнообразная астролябия ас-Сиджизи

Раздел 39 книги ал-Бируни посвящен «челнообразной астролябии» (ал-астурлаб аз-заураки) ас-Сиджизи, представляющей особый интерес. В начале этого раздела ал-Бируни пишет:

«Я видел у Абу Са'ида ас-Сиджизи астролябию одного простого вида, но составленную из северной и южной, называемую им челнообразной. Я понял, что она является прекрасным изобретением, основанном на твердом принципе, происходящем из убеждения некоторых людей в том, что упорядоченное движение Вселенной принадлежит Земле, а не небесной сфере.

Клинуясь моей жизнью, [этот] вопрос является трудно исследуемым. Трудность исследования [состоит в том, что] нет ничего сделанного на линиях геометров, кроме разглагольствований геометров и астрономов [о движении Земли]. Однако движение в равной степени [присуще] и небу и Земле. Конечно в обоих случаях нет беды для их искусств, но если имеется недостаток убедительности и рассмотрения сомнений, то это указывает на две природы философов» ([18], лл. 62—62 об.).

В «челнообразной астролябии», в отличие от обычных астролябий, на тимпане изображаются эклиптика и звезд

ды, а на подвижной части астролябии — горизонт и несколько альмукантаратов. Название «челнообразная астролябия» объясняется тем, что подвижная часть астролябии, состоящая из изображения дуг горизонтов для двух широт и стержня, соединяющего их с центром астролябии, имеет вид челнока с мачтой (рис. 11).

В разделе 40 своей книги ал-Бируни описывает линейечную астролябию (ал-астурлаб ал-мастарци), отличающуюся от классической астролябии тем, что паук этой астролябии заменен линейкой, «подобной алидаде с острями, края которой разделены на градусы» ([18], л. 64 об.). На этой линейке отмечены склонения начал знаков зодиака и наиболее ярких звезд.

В разделах 41 и 42 своей книги ал-Бируни описывает еще две астролябии ас-Сиджизи, являющиеся модификациями линейечной астролябии.

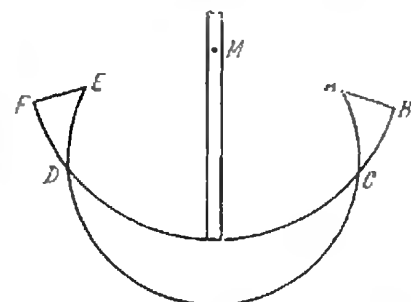


Рис. 11. Челнообразная астролябия.

«Когда Абу Са'ид ас-Сиджизи обратил свое внимание на эту линейечную [астролябию], то он увидел, что ее градусные деления очень узки, особенно вблизи двух противоположных троников, и проявил исключительное хитроумие для их расширения и точность [мышления] для устранения этой тесноты. Он изобрел астролябию, которую называл крестообразной» (ал-астурлаб ас-салиби) ([18], л. 65).

В этой астролябии паук имеет форму уже не линейки, а креста.

«Абу Са'ид ас-Сиджизи, прибегая к ухищрениям для расширения делений знаков и градусов линейечной астролябии и достигнув [всего] возможного, изогнул линейку в спиральную кривую и получил каждый знак или два знака равными полному квадранту и, таким образом, он получил требуемое» ([18], л. 66—66 об.).

Полученная таким образом астролябия, паук которой имеет форму спирали, получила название «спиралеобразной астролябии» (ал-астурлаб ал-лаулаби).

§ 10. «Собрание начал» ал-Маракуши

Астролябии, изобретенные после ал-Бируни, описаны в «Книге собрания начал и результатов, охватывающей все трактаты и построения» (Китаб джами ал-мабади ва-л-гайат ан-шамил ли-джами ар-расант ва-л-вад'ийят) Абу Али ал-Хасана ибн Али ибн Омара ал-Маракуши (умер в 1262 г.) из Марокко.

Рукопись этого трактата хранится в Парижской Национальной библиотеке (№ 2507—2508) [26], обзор этого трактата был дан А. К. Таги-Заде и Л. П. Шубиной [28].

Книга состоит из четырех «наук»: I — О вычислениях, II — О построениях инструментов, III — О действиях с инструментами, IV — О задачах.

Первая половина книги (вся «наука» I и первые семь разделов «науки» II) издали Л. Седийо с французским переводом его отца Ж. Седийо [29]. Содержание некоторых разделов второй половины книги изложено Ж. Седийо в его «Мемуаре об астрономических инструментах» [30]. Один раздел из второй половины книги издали с французским переводом Б. Карра де Во [31].

В «науке» I рассматриваются некоторые тригонометрические функции: раздел 10 посвящен тригонометрии синуса, разделы 15—19 — тригонометрии тангенса, в разделе 85 дается метод определения глубины вертикальных колодез, в разделе 86 — радиусы параллелей вычисляются как функции широты φ .

«Наука» II, состоящая из семи частей, посвящена геометрическим построениям и построениям различных астрономических инструментов. В первой части приводятся 18 задач на построение и 25 астрономических задач.

Автор приводит те задачи на построение, которые понадобятся ему в дальнейшем при изложении вопросов, связанных с астрономическими инструментами. Многие из приведенных задач имеются в «Началах» Евклида.

Третья часть «науки» II посвящена теории космических сечений, описываемых тенью конца гномона на солнечных часах.

В четвертой части «науки» II приводится способ определения синусов по дугам и обратно с помощью сплус-инструмента.

В шестой части «науки» II, состоящей из пяти глав, изучается стереографическая проекция и ее обобщение и применение этих проекций к построению астролябий. Здесь ал-Маракуши излагает многие разделы (Астролябий) ал-Бируни, а также описывает «Фахриев секстант» ал-Холкенди и астролябии аз-Заркали и Шараф ад-Дин ат-Туси [32], о которых мы будем говорить ниже.

Четвертая и пятая главы «науки» III посвящены действиям с синус-инструментами и с тригонометрическими таблицами.

«Наука» IV содержит задачи по математической географии, сводящиеся к арифметике (40 задач), алгебре (22 задачи) и геометрии (48 задач).

§ 11. «Универсальная астролябия» аз-Заркали

Четвертая глава части VI «науки» II трактата ал-Маракуши посвящена описанию астролябии аз-Заркали, а в 12 главе «науки» III описывается применение этой астролябии.

Абу Исхак Ибрахим ибн Иахья ан-Наккаш аз-Заркали ал-Куртуби (1029—1087) — уроженец Кордовы. «Книга действий с тинином зиджей» (Китаб ал-'амал би-с-сафиха аз-зиджийя) посвящена князю Севилы ал-Му'тамиду ибн 'Аббаду (ум. 1096). Астролябия аз-Заркали представляет собой диск, на котором выгравированы проекции кругов небесной сферы в стереографической проекции из одной из точек равноденствия на диаметрально противоположную плоскость сферы, проходящую через точки солнцестояний. В этой проекции небесный экватор и эклиптика изображаются прямыми, а их параллели — дугами кругов.

«Точка этого проектирования — один из двух полюсов круга, проходящего через четыре полюса, а центр проекции — другой из этих полюсов. Что касается небесного экватора и эклиптики, то каждый из них проводится через небо в виде прямой линии... Что касается кругов, параллельных эклиптике, то они изображаются на нем кругами не параллельными, все центры которых — по прямой линии, изображающей в проекции круг, проходящий через оба полюса эклиптики» [26], л. 56 об.).

Аналогично изображаются параллели небесного экватора (1261, л. 56 об.).

Тимпан астрольбии аз-Заркали, в отличие от тимпанов обычных плоских астрольбий, пригоден для любой широты. Неподвижный диск астрольбии аз-Заркали выполняет функции «паука» обычной астрольбии. Таким образом, в астрольбии аз-Заркали, так же как в челнообразной астрольбии ас-Сиджизни, неподвижные элементы

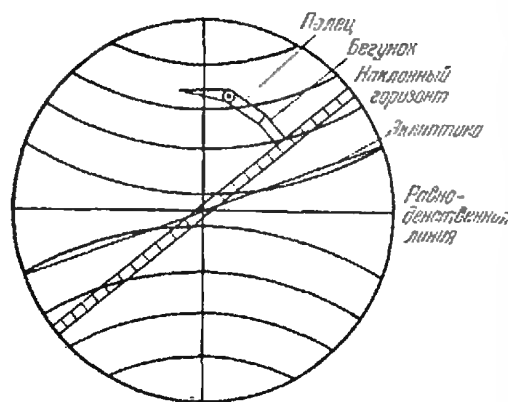


Рис. 12. Универсальная астрольбия аз-Заркали.

изображают неподвижные звезды и элементы небесной сферы, не принимающие участия в движении Земли; разница здесь состоит в другом выборе центра стереографической проекции.

Функции неподвижного диска обычной астрольбии здесь выполняет линейка, вращающаяся вокруг центра тимпана и называемая «наклонным горизонтом». По линейке движется перпендикулярный к ней «бегунок», который может вдвигаться в линейку и тем самым изменять свою длину; к концу бегунка прикреплен «палец», состоящий из двух «суставов», соединенных шарниром. Когда «бегунок» находится ближе к середине линейки, он вдвигается в нее, а когда он находится ближе к ее краям, выдвигается, что обеспечивает возможность помещения конца «пальца» в любую точку тимпана (рис. 12); таким образом,

при движении «бегунка» вдоль линейки его конец описывает кривую, обращенную выпуклостью к линейке. В том случае, когда на тимпане изображены и параллели небесного экватора и параллели эклиптики вместе с перпендикулярными к ним кругами, проходящими через полюсы мира и эклиптики, эти четыре семейства кругов образуют сетчатую номограмму, позволяющую мгновенно переходить от эклиптических координат точки небесной сферы к экваториальным координатам и обратно. Однако в большинстве случаев на тимпане изображаются только параллели небесного экватора и перпендикулярные к ним круги, проходящие через полюсы мира. В этом случае для перехода от эклиптических координат точки небесной сферы — долготы λ и широты β — к экваториальным координатам — прямому восхождению α и склонению δ , следует сначала представить себе, что горизонтальный диаметр тимпана изображает не небесный экватор, а эклиптику, найти точку тимпана, изображающую точку небесной сферы с экваториальными координатами α и δ , численно равными данным эклиптическим координатам λ и β , установить «бегунок» и «палец» так, чтобы конец «пальца» попал в эту точку, и повернуть линейку, «бегунок» и «палец» как единое целое так, чтобы линейка совпала с диаметром, изображающим эклиптику; тогда конец «пальца» попадает в точку тимпана, изображающую точку небесной сферы с данными эклиптическими координатами λ и β , и круги, изображающие параллель небесного экватора и перпендикулярный к ней круг, проходящие через эту точку, укажут искомые экваториальные координаты α и δ данной точки небесной сферы.

Высота h Солнца или звезды определяется с помощью алидады, вращающейся вокруг центра диска астрольбии на ее спинке, так же как в обычных астрольбиях.

Для перехода от экваториальных координат точек небесной сферы к горизонтальным координатам — высоте h и азимуту A и обратно — пользуются другой стереографической проекцией небесной сферы на плоскость тимпана: не из точки равноденствия на плоскость «круга четырех полюсов» — колюра солнцестояний, а из точки пересечения небесного экватора с горизонтом на плоскость небесного меридиана, который также является

«крутом четырех полюсов», но не полюсов мира и эклиптики, а полюсов мира и горизонта (зенита и надира). При этой проекции небесный экватор и горизонт изображаются двумя диаметрами тимпана, пересекающимися под тем же углом, что и соответственные круги небесной сферы, т. е. под углом, равным дополнению широты φ города, в котором происходит наблюдение высоты светил, до 90° . Обе эти проекции совпадают только в моменты полудня дней солнцестояния, когда горизонт проходит через точки равноденствий, а все шесть полюсов этих трех кругов лежат на одном круге, совпадающем и с осью солнцестояний и с небесным меридианом.

Для определения широты φ измеряют высоту h Солнца в полдень, устанавливают линейку по диаметру, изображающему небесный экватор, а «бегунок» и «палец» — так, чтобы конец «пальца» попал в точку лимба, находящуюся в конце дуги, изображающей суточный круг Солнца в день наблюдения. Тогда линейка изображает горизонт во второй проекции и составляет с первым диаметром угол $90^\circ - \varphi$; лимб в этом случае изображает небесный меридиан.

Если нам известно точное время в астрономических («прямых») часах, то мы можем найти высоту Солнца или одной из звезд, изображенных на тимпане астрольбии аз-Заркали, следующим образом: прежде всего найдем изображение Солнца на диаметре, изображающем эклиптику, в данный день, или изображение данной звезды. Если представить себе тимпан изображением небесной сферы во второй проекции, то эти проекции соответствуют некоторому фиксированному моменту. Находится изображение Солнца или звезды во второй проекции в данный момент: эти изображения расположены на кругах, изображающих суточные круги Солнца или звезды, т. е. параллели небесного экватора, проходящие через них, причем точки пересечения этих кругов с лимбом, изображающим в этом случае небесный меридиан, соответствуют положениям этих светил в полдень; точки этих кругов, изображающих положение этих светил в данный момент, находятся благодаря пропорциональности дуг суточных кругов, проходимых светилами. Далее линейка устанавливается по диаметру, изображающему горизонт в дан-

ный момент, т. е. под углом $90^\circ - \varphi$ к диаметру, изображающему небесный экватор, а «бегунок» и «палец» — так, чтобы конец «пальца» попал в найденную нами точку круга, изображающего суточный круг светила. Затем линейка, «бегунок» и «палец» поворачиваются как единое целое так, чтобы линейка стала изображением небесного экватора, тогда экваториальные координаты α и δ точки, изображаемой концом «пальца» в новом положении, будут численно равны горизонтальным координатам A и h светила. Практически решается обратная задача: по высоте Солнца или звезды, измеренной с помощью алл-дады, находится время наблюдения в астрономических часах и азимут A светила: для этого сначала приблизительно отмечают изображение светила на суточном круге и находят соответственную высоту, а затем, сравнивая полученное значение высоты с измеренным, находят точное положение светила на суточном круге и, следовательно, время наблюдения и азимут светила. Исключительно простой переход от эклиптических координат светил к их экваториальным и горизонтальным координатам и обратно с помощью своеобразных номограмм и шарнирного механизма является замечательным математическим достижением аз-Заркали.

На спинке астрольбии аз-Заркали, кроме «круга высоты», с помощью которого определяется высота светила, изображены солнечный календарь для определения долготы λ Солнца для каждого дня года (месяцы указываются по египетскому солнечному календарю, а также путем указания соответственных знаков зодиака) и «круг уравнения», указывающий «уравнение Солнца», т. е. разность между долготой λ Солнца и долготой $\bar{\lambda}$ «среднего Солнца», а внутри этих кругов — синус-квадрант, предназначенный для измерения синусов и косинусов дуг, и «квадранты теней» измеряющие «тени» — тангенсы и котангенсы высот Солнца в «пальцах» и «ступнях», соответствующих двум способам подразделения гномона, отбрасывающего тень.

Тимпан (сафиха) аз-Заркали, пригодный для всех широт, был известен в Европе под название *saphea Azgachelis*. Название «тимпан зиджей» (ас-сафиха аз-зиджиййа), которым аз-Заркали называл изобретенную им

астролябью, объясняется тем, что с помощью этой астролябии можно производить переход от одной из трех систем сферических координат к другой, который до этого обычно производился с помощью таблиц так называемых функций сферической астрономии, помещавшихся в астрономических таблицах-зиджах. Ал-Маракуни описывает также разновидность астролябии аз-Заркали, называемую «шакказия», отличающуюся от нее только изображением эклиптики с солнечным календарем на ее шкалке. Дальнейшим усовершенствованием астролябий аз-Заркали и шакказии являются квадранты аз-Заркали и шакказии [33].

§ 12. «Лицевая астролябия» ат-Туси

Ал-Маракуни рассматривает устройство линейной астролябии («палки ат-Туси») в пятой главе части VI «науки» II, а в четырнадцатой главе «науки» III



Рис. 13. Общий вид линейной астролябии.

описывает применение этой астролябии. «Линейная астролябия была изобретена в конце XII в. иранским математиком и астрономом Шараф ад-Дином ат-Туси. Эти главы из трактата ал-Маракуни были изданы с переводом Б. Карра де Во [34].

Астролябия ат-Туси состоит из стержня с несколькими шкалами и трех нитей (рис. 13). Стержень астролябии ат-Туси можно рассматривать как вертикальный диаметр тимпана обычной астролябии, на ко-

торый стереографически спроектированы круги сферы. Нижняя часть стержня равна радиусу круга, изображающего тропик Козерога. На участке между этим кругом и кругом, изображающим тропик Рака, на стержне нанесены

склонения параллелей, изображаемых concentрическими кругами тимпана, пересекающими вертикальный диаметр в соответственных точках; при этом точке стержня, отстоящей от центра астролябии на расстоянии x , соответствует значение склонения δ , связанного с x соотношением

$$x = 2R \frac{1 + \lg \frac{\delta}{2}}{1 - \lg \frac{\delta}{2}},$$

где R — радиус сферы, стереографически проектируемой на тимпан. Концу стержня, т. е. тропику Козерога, соответствует значение $\delta = \varepsilon$, равное углу наклона эклиптики к небесному диаметру; второму концу этой шкалы соответствует тропик Рака, т. е. $\delta = -\varepsilon$. Поэтому длина стержня от центра P до конца M равна

$$l = 2R \cdot \frac{1 + \lg \frac{\varepsilon}{2}}{1 - \lg \frac{\varepsilon}{2}}.$$

Ал-Маракуни описывает построение этой части астролябии ат-Туси следующим образом:

«Мы берем совершенно прямую линейку, которая не может изгибаться, и проводим на ней прямую линию, идущую от одного конца к другому, и которую мы называем основной линией. Эта линия является пересечением круга меридиана с плоскостью проекции. Мы делим ее на пять равных частей и на конце каждого деления отмечаем три точки, одну на самой линии, другую справа, третью слева. Правая сторона основной линии — это сторона, находящаяся справа от тебя, когда ты повернешь против себя начало этой линии и на которую ты смотришь в ее направлении; другая сторона — левая. Начало основной линии — один из ее концов, по выбору конструктора. Затем делим каждое из этих пяти делений на шесть равных частей и на конце каждого нового деления отмечаем две точки, одну в середине основной линии, другую справа. Делим еще каждую из шести частей, на которые были разделены первые пять делений, на пять равных частей и на конце каждой из этих частей отметим точку на основной линии. Таким образом, основная линия будет разделена на 150 равных частей. Затем на конце тридцатого деления от начала основной линии просверлим узкое отверстие на основной линии, которое будет верхней отметкой; назовем его «сдерживающей отметкой». Затем на конце шестидесятого деления от «сдерживающей отметки», являющейся концом девяностого деления от начала основной линии и называемой полюсом, просверлим более

широкое отверстие, чем «сдерживающая отметка» на основной линии. Примем расстояние от «сдерживающей отметки» до полюса за радиус круга Козерога. Отметим расстояние восхождения этого [знака] зодиака [относительно] экватора с помощью таблицы ([26], л. 62—62 об.).

Здесь же указаны склонения наиболее ярких звезд. На втором участке стержня нанесены высоты h альмукантаратов, изображаемых кругами, пересекающих вертикальный диаметр в этих точках, при этом точке стержня, отстоящей на расстоянии x от центра астролябии, соответствует высота h , связанная с x и φ соотношением $x = 2R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi - h}{2}$, где φ — широта местности. На третьем участке стержня нанесены высоты h альмукантаратов, изображаемых кругами с центрами в этих точках; при этом точке стержня, отстоящей от центра P астролябии на расстоянии γ , соответствует высота h , связанная с γ соотношением

$$\gamma = R \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi - h}{2} - \operatorname{tg} \frac{\varphi + h}{2} \right).$$

С другой стороны стержня нанесены деления, равные дугам α , хорды которых равны расстояниям соответственных точек от верхнего конца стержня; так как точка, отстоящая от центра астролябии на расстоянии x , отстоит от его верхнего конца на $x' = l + x$, то этой точке соответствует значение дуги α , связанное с x соотношением

$$x = l \cdot \left(1 - 2 \sin \frac{\alpha}{2} \right).$$

Ал-Маракуши, называвший линию первой шкалы «линией AB », описывает построение шкалы хорд следующим образом:

«Проведем линию слева от основной линии, параллельно основной линии ... Назовем эту линию линией CD , чтобы легче отличать ее. Отметим на линии CD напротив «сдерживающей отметки» точку. Это начало дуги. Затем возьмем циркулем часть основной линии, равную хорде одного градуса, это $1^\circ 2' 50''$. Хорошо известно, как брать хорды дуг по таблице синусов, нег необходимости возвращать положение одной из его ножек в начало линии CD и в начало дуги. Сделаем отметку другой его ножкой там, где она окажется на линии CD вблизи конца основной линии. Затем так же возьмем циркулем хорду двух градусов, это $2^\circ 5' 40''$. Поместим одну его нож-

ку в начало дуги и другой его ножкой сделаем отметку там, где она окажется на линии CD вблизи конца основной линии. Также поступим с остальными градусами полуокружности с тем, чтобы дойти до 180° около конца основной линии» ([26], л. 64).

Первая нить, входящая в состав астролябии Туси, — «нить отвеса», прикреплена в середине стержня и обладает отвесом, неподвижным узелком, находящимся от середины стержня на расстоянии l , и подвижным узелком. Вторая нить, — «нить хорд», прикреплена к верхнему из концов стержня, третья нить, — «нить альмукантаратов», — свободно движется вдоль стержня; на этих пятих также имеются подвижные узелки. Для определения высоты h Солнца или звезды стержень направляется на Солнце или звезду, причем к глазу приложен конец стержня M , «нить хорд» направляется к неподвижному узелку «нити отвеса» и ее длина до неподвижного узелка L равна хорде дуги α , равной высоте Солнца или звезды; далее эта нить накладывается на стержень и по значению на шкале хорд находится высота h Солнца или звезды (рис. 14).

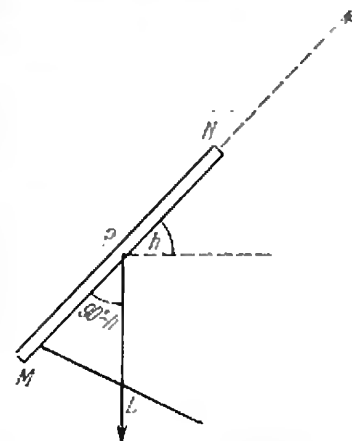


Рис. 14. Измерение высоты Солнца с помощью линейной астролябии.

Зная высоту h Солнца или звезды, с помощью астролябии ат-Туси можно определить время в «прямых» часах. Для этого на нити с отвесом при помощи подвижного узелка отмечается расстояние, равное кругу склонения Солнца в день наблюдения или звезды, а «нить альмукантаратов» устанавливается в точке, изображающей центр альмукантарата, соответствующего измеренной высоте Солнца или звезды, а ее подвижный узелок — в точке пересечения стержня с этим альмукантаратом. Каждый из этих подвижных узелков описывают дугу круга и находят точку пересечения этих кругов. Тогда угол φ

в градусах, составленный «нитью отвеса» со стержнем, связан со временем t в часах между полднем и моментом наблюдения соотношением

$$\frac{\varphi}{180} = \frac{t}{24}.$$

Для определения угла φ «нить хорд» протягивается к подвижному узелку на «нити отвеса», а полученная хорда накладывается на шкалу хорд на стержне, на которой этой хорде соответствует угол.

Зная высоту h Солнца или звезды и время t , можно определить азимут A Солнца. С помощью астролябии ат-Туси определяют также дневную и ночную дугу и точку гороскопа — точку пересечения эклиптики с горизонтом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Philoponi Joanni, De usu astrolabi eiusque constructione libellus, Rheinisches Museum, 1839, pp. 127—171.
2. Nau F., Le traité de l'astrolabe plan de Sévère Sebekt, Journal Asiatique, sér. 9-ème, t. 13, 1899, pp. 56—101, 238—303.
3. Витрувий, Десять книг об архитектуре, т. I, пер. Ф. А. Петровского, М., 1936.
4. Ptolemaios von Alexandria, Planisphaerium, Deutsch von J. Drecker, Isis, vol. 9, 1927, pp. 255—278.
5. Сергеева Н. Д., Трактат ал-Фергани об астролябии. Труды XIII научной конференции аспирантов и мл. научн. сотрудников ИГиТ АН СССР, математика, 1970, стр. 44—47.
6. Розенфельд В. А., Добровольский Н. Г., Сергеева Н. Д., Об астрономических трактатах ал-Фаргани, ИАН 11, 1972, стр. 191—210.
7. Frank J., Zur Geschichte des Astrolabs, Sitzungsberichte der Phys.-Med. Sozietät in Erlangen, Bd. 48—49, 1916—1917 (1918), S. 275—305.
8. Абдурахманов А., Трактат ал-Бируни «Исчерпание различных способов в искусстве астролябии», Труды XIII научной конференции аспирантов и мл. научных сотрудников ИГиТ АН СССР, математика, 1970, стр. 115—120.
9. Розенфельд В. А., Абдурахманов А., Трактаты Бируни об астролябии. Сб. «Бируни. К 1000-летию со дня рождения», Ташкент, 1973, стр. 85—89.
10. Wiedemann E., Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken, Das Weltall, 1919, Bd. 20, № 314, S. 21—26.
11. Wiedemann E., Frank J., Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen und Geraden usw. nach Biruni. Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1921, Bd. 41, № 8, S. 225—236.

12. Wiedemann E., Frank J., Allgemeine Betrachtungen von al-Biruni in einem Werk über die Astrolabien. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, LXI, Sitzungsberichte der Phys.-med. Sozietät in Erlangen, Bd. 52/53, 1920—1921 (1922), S. 97—121.
13. Wiedemann E., Über geometrische Instrumenten bei dem muslimischen Völker II. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1910, Bd. 39, № 23, S. 619—620.
14. Wiedemann E., Ein Instrument das die Bewegung von Sonne und Mond dargestellt nach al-Biruni. Der Islam. 1913, Bd. 4, S. 5—12.
15. Розенфельд В. А., Рожанская М. М., Соколовская З. К., Абу-р-Райхан ал-Бируни (973—1048), М., 1973.
16. Suter H., Über die Projection der Sternbilder und der Länder von al-Biruni, Abhandl. zur Geschichte der Naturwiss. und Medizin, № 4, 1922, S. 79—93.
17. Бируни Абу Райхон, Юлдуз туркумларини проекциялаш ва жойларини [харитата] кутуриш хақида (Картография) — арабчадан А. Расулов таржимаси. «Бируний тугилган кунининг 1000 йиллигига», Ташкент, 1973, 244—259 бет.
18. ал-Бируни Абу-р-Райхан, Исти'аб ал-вуджух ал-мумкина фи сина'а ал-астурлаб, рукопись б. Прусской гос. библиотеки (Берлин). Ahlw. 5796.
19. Абу Райхан Бируни, Памятники минувших поколений, перевод М. А. Салье, Избранные произведения, т. I, Ташкент, 1967.
20. Kitab al-Fihrist von Abû'l-Farag Muh. b. Ishag, bekannt unter dem Nomen Ibn Abi Ja'qub el-Nadim, herausg. von G. Flügel, J. Roediger und A. Müller, Bd. 1—11, Leipzig, 1871—1872.
21. Ар-расан ал-мутафаррика фи-л-хай' а-л-л-мутакаддимини вал-муасирай ал-Бируни. Хайдарабад, 1367 г. х. (1948).
22. Карпова Л. М. и Таги-Заде А. К., Трактат ас-Сагани «Книга о способе проектирования сферы на плоскость астролябии», Труды XV научной конференции аспирантов и мл. научн. сотрудников ИГиТ АН СССР, математика и механика, М., 1972, стр. 77—81.
23. Таги-Заде А. К., Астролябии ас-Сагани, ал-Бируни, ас-Сиджиз и аз-Заркали, Труды XIII Международного конгресса по истории науки, секция III—IV, М., 1974, стр. 143—146.
24. ал-Бируни Абу-р-Райхан, Китаб ал-дурар фи сатх ал-кура. Рукопись Бодлеянской библиотеки (Оксфорд), Uri 1046.
25. Ptolemaeus, Analemma, Opera quae extant omnia, ed. J. L. Heiberg, vol. 2, Leipzig, 1907, S. 189—223.
26. ал-Маракуни Абу Али аз-Хасан, Китаб джа-м' ал-мабади вал-гайат ан-шамил ли-л-жам' ад-расанн вал-мад'ийят, арабская рукопись Парижской Национальной библиотеки, №№ 2507—2508.

27. Krause M., Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker, Quellen und Studien zur Geschichte der Math., Astron., Phys. Abt. B, Bd. 3, 1936. S. 437—532.
28. Таги-Заде А. К., Шубина И. И., Математические вопросы в трактате ал-Маракуши «Книга собрания начал и результатов, охватывающая все трактаты и построения», Труды XV научной конференции аспирантов и м.л. научных сотрудников ИИЕНТ АН СССР математика и механика, М., 1972, стр. 82—85.
29. Traite des instruments astronomiques des Arabes composé au treizieme siècle par Aboul Ihassan Ali, de Maroc. ittituté Джами' ал-мабади ва-л-райат (Collection des commencements et des fins), trad. par. J. J. Sédillot et publiée par L. A. Sédillot, 1—2, Paris, 1834—1835.
30. Sédillot L. A., Mémoire sur les instruments astronomique des Arabes, Paris, 1845.
31. Carra de Vaux B., L'astrolabe lineaire ou bâton d'Et-Tousi, Journal Asiatique, séc. 9^{ème}, t. 5, 1895, 464—516.
32. Таги-Заде А. К., Математические методы, применявшиеся при изготовлении астрономических инструментов учеными средневекового Востока после ал-Бируни. Труды XVI научной конференции аспирантов и м.л. научн. сотрудников ИИЕНТ АН СССР, математика и механика, М., 1973, стр. 57—69.
33. Samso J., Catala M. A., Un instrumento astronomico de raigambre Zargali: el cuadrante sakkazi de Ibn Tibuga, Memorias de la Real Academia de buenas letras de Barcelona, t. 13, № 1, 1971, pp. 5—31.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ТРУД АЛ-БИРУНИ «КНИГА ВРАЗУМЛЕНИЯ НАЧАТКАМ НАУКИ ЗВЕЗД»

В. А. Розенфельд

«Книга вразумления начаткам науки звезд» (Kitāb ат-тафхīm ли-авāли снйā' а ат-таджīm) великого среднеазиатского ученого Абу-р-Райхана ал-Бируни (973—1048) — одно из важнейших астрономических сочинений средневекового Востока. Слова «наука звезд» (снйā' а ат-таджīm) в заголовке этого труда являются общим термином, охватывающим и астрономию и астрологию; в дальнейшем будем называть эту книгу сокращенно «Наука звезд». Эта книга является популярным введением в те науки, которыми должен владеть астроном и астролог; она состоит из 530 вопросов и ответов по геометрии, арифметике, астрономии, географии, хронологии, устройству астролябии и астрологии. Изучение «Науки звезд» предпологается перед изучением основного астрономического труда ал-Бируни «Капона Мас'уда», который был закончен через несколько лет после этой книги (об этом труде см. [1]). Судя по указаниям в 195, 321 и 460 вопросах, «Наука звезд» была написана ал-Бируни в 1029 г.

«Наука звезд» дошла до нас в двух версиях — на арабском языке и языке фарси (таджикско-персидском). По-видимому, оригинал этой книги был написан по-арабски и впоследствии, возможно самим ал-Бируни, был переведен на фарси.

1. Рукописи и публикации

Нам известны 14 арабских рукописей этого сочинения — в Куйбышеве (Областная библиотека), Лондоне (Британский музей 8349), Оксфорде (Водлеянская библиотека I 221, II 262), Париже (Национальная библиотека 2497), Западном Берлине (б. Прусская библиотека, Ablw. 5655, 5667), Стамбуле (Топкапы Сарайы 3477, 3478, Фейзулла 1333), Иерусалиме (Университет 282), Тегеране (Синахсалар 772), Алпгархе (Мусульманский университет 121/11), Капре (Национальная библиотека Микат 45, 848) и Рабате (Высшая школа арабского языка 439) и 21 рукопись версии на языке фарси — в Ташкенте (Институт востоковедения АН Узб.ССР 3424, 445/1), Душанбе (Институт востоковедения АН Тадж.ССР 315), Лондоне (Британский музей II 451, 542), Манчестере (Библиотека Рейледа, коллекция Липдесмана 700), Париже (Национальная библиотека 49, 774), Стамбуле (Нуру Османшье 2760), Тегеране (Меджлис 162, 2131, 2132, Университет 3722, 3752/3, Малик 3254, Синахсалар 164), Мешхеде (библиотека имама Ризы 5472, 5473) и Бомбее (Молла Фируз I 93, 85, II 2).

Имеются английский перевод Рамсея Райта этой книги с репродукцией арабской рукописи Британского музея [2], издание одной из тегеранских персидских рукописей Джалал ад-Дина Хуман [3] и таджикское издание (на основе версии на языке фарси) [4] с комментариями автора и Г. С. Собирова. Русский перевод нескольких астрономических и географических вопросов был опубликован Г. Джалаловым [5], русский перевод вопроса об индийском круге был опубликован Х. У. Садыковым [6], стр. 126—128), русский перевод географического раздела был опубликован И. Ю. Крачковским [7], стр. 248—250), текст и русский перевод части географического раздела, относящегося к Африке, был опубликован Л. Е. Куббелем и В. В. Матвеевым [8], стр. 111—115), русский перевод вопросов о картине мира был опубликован В. А. Розенфельдом, А. Абдурахмановым и М. М. Рожанской [9], русский перевод ряда астрономических и географических вопросов опубликован в книге В. А. Розенфельда, М. М. Рожанской и З. К. Соколов-

ской ([10], стр. 90—92, 116, 123—125, 149, 157—161, 168, 192—193, 203—204). Немецкий перевод ряда вопросов главным образом математических, был опубликован Э. Видеманом [11], английский перевод вопроса об измерении Земли был опубликован С. Барапи [12]. Русский перевод В. А. Розенфельда, А. Ахмедова, А. Абдурахманова, М. М. Рожанской и Н. Д. Сергеевой находится в печати и выйдет в виде VI тома «Избранных произведений» ал-Бируни в Ташкенте.

2. Предисловие и математические разделы

В предисловии к книге ал-Бируни пишет:

«Познание устройства Вселенной и того, какова фигура неба, Земли и того, что находится между ними, при помощи обучения воспринятого с помощью повторения, весьма полезно для искусства астрономии, ибо обучающийся таким образом приобретает навык и привыкает к словам, употребляемым людьми этого искусства, так что ему легко представить себе эти слова и понять их значение. Когда же он возвратится к ним, изучая различные причины и доказательства этого искусства он подойдет к этому со свободным разумом, не уставшим от усвоения того и другого.

Поэтому я составил эту памятку для хорезмийки Райханы, дочери ал-Хасана, по ее просьбе, в виде вопросов и ответов, что лучше, и легче для понимания» ([2], стр. 1).

Возможно, что отец Райханы ал-Хасан — друг молодости ал-Бируни.

Вопросы 1—71 «Книги вразумления» посвящены геометрии (основные понятия геометрии, планиметрия, теория отношений, стереометрия и сферическая геометрия). Вопросы 72—119 посвящены арифметике и алгебре (теория чисел, арифметика, алгебра и буквенная нумерация).

Мы не касаемся этих двух математических разделов этой книги, достаточно полно освещенных в статье автора, С. А. Красновой и М. М. Рожанской о математических трудах ал-Бируни [13].

3. Картина мира

Вопросы 120—206 посвящены основам астрономии (картина мира, измерение времени, сферическая астрономия, видимое движение Солнца, Луны и планет, звездная астрономия, теория движения Солнца, теория движения Луны и планет, размеры и расстояния светил).

Ал-Бируни определяет небесные сферы следующим образом:

«Что такое небесная сфера? Это круглое тело, движущееся в своем пространстве. Внутри нее содержится тела, движение которых отличается от свойственного ей движению сферы. Она называется сферой, так как ее движение похоже на движение веревки пряхки. Другое название ее, применяемое философами, афир».

Одна ли она или их много? Их восемь, вложенных одна в другую, подобно плечам лукавицы. Самая меньшая из них — ближайшая к центру, но ней движется одна Луна, поднимаящаяся в ее толще и опускающаяся в ней. У каждой сферы есть величина толщии по высоте, служащая для измерения светила, и два расстояния — наибольшее и наименьшее. Вторая сфера, находящаяся под ней — сфера Меркурия, третья — Венеры, четвертая — Солнца, пятая — Марса, шестая — Юпитера, седьмая — Сатурна. Эти семь светил — планеты. Над ними — сфера светил, называемых неподвижными звездами.

Что находится за восьмой сферой? Некоторые люди считают, что за восьмой сферой находится девятая сфера, являющаяся неподвижной. Индийцы называют ее на своем языке «Брахманда», т. е. «яйцом Брахмы». Они считают ее неподвижной, так как считают ее перво двигателем, а перво движатель не может двигаться сам. Но если она должна быть таким телом, то называть ее «сферой» ошибочно.

Некоторые древние считали, что за восьмой сферой — бесконечная пустота, некоторые считали, что это — бесконечное тело. Аристотель же считал, что за телами нет ни тел, ни пустоты» ([2], стр. 43—45).

Далее определяется небо, земной шар и, следуя античным традициям, говорится о расположении четырех элементов — земли, воды, воздуха и огня, причем сфера огня окружает сферу воздуха. Затем определяются движущиеся светила — Солнце, Луна и планеты, «каждая из которых имеет отдельную сферу», и неподвижные звезды, «первое западное движение» — общее видимое движение всего небосвода и «второе восточное движение» — видимое движение Солнца, Луны и планет, горизонт (видимый и истинный), меридиан, страны света и их определение с помощью «индийского круга» (круга в горизонтальной плоскости с вертикальным шестом с острокопечной вершиной в центре). Далее определяются сутки, день и ночь, сумерки, часы и их виды — «прямые» ($\frac{1}{24}$ часть суток) и «косые» ($\frac{1}{12}$ светлого и темного времени суток,

которыми на средневековом Востоке пользовались как при установлении времени мусульманских молитв, так и в гражданской жизни), подразделения часов и меры времени индийцев.

После этого даются определения основных кругов небесной сферы — небесный экватор, эклиптика, параллели этих кругов и горизонта — «суточные круги», «круги широты» и альмукантарагы, точки равноденствия и солнцестояния, градусы кругов, части диаметра, в которых измеряются тригонометрические линии (у Птолемея 120, в обработках индийских «сиддханта» — 5), знаки зодиака, склонение и широта; здесь же приводится таблица максимальных и минимальных широт и склонений Солнца, Луны и планет, причем угол наклона эклиптики считается равным $23^{\circ}35'$.

Здесь же дается краткая характеристика движения пяти планет согласно системе Птолемея, которое ал-Бируни будет рассматривать ниже более подробно, а также движения Луны и ее фаз. Далее ал-Бируни приводит красочное описание звездного неба:

«Каковы созвездия на эклиптике? Это — те, которые называются по знакам зодиака. Названия этих созвездий: первое от точки весеннего равноденствия — Овен; это созвездие похоже на барана, который повернулся назад, так что его морда обращена назад. Второе — Телец, в виде передней части быка, потнувшего голову для бодания и разрубленного пополам до пупа. Третье — Близнецы, в виде двух мальчиков, стоящих прямо, причем рука одного находится на плече другого. Четвертое — Рак, имеющее вид целого рака. Пятое — Лев, похожее на льва. Шестое — Дева, в виде девушки с двумя крыльями и в развевающемся платье. Седьмое — Весы, в виде весов. Восьмое — Скорпион, похожее на скорпиона. Девятое — Стрелец, похожее на козла до шен, от которой поднимается половина человека с длинными волосами, вставившего стрелу в лук и натянувшего его. Десятое — Козерог, спереди имеющее вид козленка, а сзади имеющее вид рыбы до конца ее хвоста. Одиннадцатое — Водолей, в виде стоящего человека с расставленными руками, в одной из которых находится перевернутая чаша, из которой под его ноги льется вода. Двенадцатое — Рыбы, в виде двух рыб, хвосты которых связаны нитью, называемой Лычной нитью...

160. Каковы северные созвездия? Первое из них — Малая Медведица, второе — Большая Медведица; оба они в виде медведей с поднятыми хвостами. Третье — Дракон, в виде длинной змеи со многими извивами, свернувшейся вокруг северного полюса эклиптики. Четвертое — Цефей, похожее на человека в шапке, опустившегося на одно колено, размахивающего руками. Пятое — Волопас или Кричащий, похожее на стоящего человека,

размахивающего руками. Шестое — Северная корона или Чапа нпшх, известное всем как «Блюдо сирот и нищих». Седьмое — Геркулес, стоящий на коленях; его вид похож на человека, стоящего на коленях. Восьмое — Лира — греческий музыкальный инструмент; иногда его называют Черепашей. Девятое — Лебедь в виде птицы с вытянутой шеей и расправленными крыльями, как бы в полете. Десятое — Кассиопея, похожее на женщину, сидящую на троне в виде кафедры. Одиннадцатое — Персей, называемое также Песуний голову чудовища, похожее на стоящего человека, в руках которого — отрезанная голова чудовища. Двенадцатое — Возничий, похожее на стоящего человека, держащего в одной руке кнут, а в другой поводья. Тринадцатое — Змееносец, стоящий человек, и четырнадцатое — Змея; Змееносец держит Змею и поднимает ее голову и хвост над своей головой. Пятнадцатое — Стрела; его называют также Тканым стаником, так как это нечто продолговатое неопределенной формы; каждое из этих названий указывает на то, на что оно похоже. Шестнадцатое — Орел, находящийся на стреле. Семнадцатое — Дельфин; это морское животное, похожее на надутый мех, оно любит людей, сопровождает корабли и спасает тонущих, живых или мертвых. Восемнадцатое — Малый Конь, похожее на голову коня с шеей, поэтому его называют Передней частью коня. Девятнадцатое — Цетас, похожее на переднюю половину коня с двумя крыльями, с которым лет человек и который разрезан до шипа подобно Гельцу, упомянутому раньше в зодиаке. Двадцатое — Андромеда, женщина, не видевшая мужа; оно называется также Закованная в цепи. Оно имеет вид стоящей женщины. Абу-л-Хусейн ас-Суфи считал, что цепью закованы ее ноги, а Арат, описывавший созвездия, помещал цепи на ее руки, так что она поддерживается ими. Двадцать первое — Треугольник, имеющий вид треугольника.

161. Какковы южные созвездия? Первое из этих созвездий Киг; это морское животное, имеющее две лани и хвост, как у птицы. Второе — Орион, имеющее вид человека, опоясанного мечом. Третье — Эридан, похожее на реку со многими изгибами. Четвертое — Запс. Пятое — Большой Пес. Шестое — Малый Пес. Седьмое — Гидра. Восьмое — Корабль. Девятое — Чапа, называемая также кувшином. Десятое — Ворон, вид которого похож на ворона. Одиннадцатое — Центавр, а двенадцатое — Волк; первое из них имеет вид Стрельца, упомянутого в зодиаке, т. е. представляет собой получеловека-полукося, схватившего Волка и несущего его. Тринадцатое — Жертовник. Четырнадцатое — Южная Корона. Пятнадцатое — Южная Рыба, похожее на большую рыбу» ([2], стр. 69—72).

После этого ал-Бируни приводит таблицу числа звезд 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й и 6-й величины, а также «темных» и «туманных» по созвездиям, всего 1022 звезды. Далее ал-Бируни приводит арабские названия наиболее ярких звезд, многие из которых легли в основы наших названий звезд, перечисляет 28 «стоянок луны» — групп звезд,

проходимых Луной в течение каждого дня лунного месяца и определяет Млечный Путь, указывая, что, по мнению Аристотеля, «Млечный Путь состоит из огромного числа звезд, рассеянных в виде дыма» ([2], стр. 87).

4. Движение Солнца, Луны и планет

Далее ал-Бируни возвращается к движению Солнца, Луны и планет и определяет парэклиптику — сечение сферы планеты плоскостью эклиптики. Движение Солнца описывается в экцентрической модели Птолемея, согласно которой Солнце движется не по своей парэклиптике, а по другому кругу, расположенному в той же плоскости экцентрично по отношению к эклиптике. Точки этого круга, наиболее близкая и наиболее удаленная от Земли, называются перигеем и апогеем. С помощью этой модели объясняется неравномерное движение Солнца, причем «между быстрым и медленным движением необходимо имеются два средних движения, равные по величине движению за все время [оборота]» ([2], стр. 89), т. е. такие две точки, в которых мгновенная скорость видимого движения Солнца равна его среднему движению; последнее измеряется дугами экцентричного круга от точки, соответствующей началу Овна на эклиптике до Солнца — «средним Солнцем» и от апогея Солнца до Солнца — «средним аргументом Солнца»; дуга парэклиптики между точками ее пересечения с прямыми, проведенными к Солнцу из центра мира и центра экцентричного круга, называется «уравнением Солнца». Здесь ал-Бируни приводит значение среднего суточного движения Солнца по эклиптике в последовательности знаков зодиака, равное $0^{\circ}59'8''20'''$ и продолжительность солнечного года 365 дней 5 часов 47 минут (у ал-Бируни, в соответствии с традицией, восходящей к Древнему Египту, минуты указаны как $\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$ часа). Здесь же он

указывает, что апогей Солнца движется на 1° за 66 солнечных лет, «что отличается от мнения древних по этому вопросу» ([2], стр. 191). Птолемей считал апогей Солнца неподвижным; этот вывод ал-Бируни сделал на основании анализа наблюдений его ближайших предшественников

и своих собственных наблюдений, описанных в «Каноне Мас'уда» (111), стр. 650—685).

Движение Луны и планет описывается в модели Птолемея, согласно которой они движутся по эпициклу, центр которого движется по деференту, расположенному эксцентрично по отношению к эклиптике под небольшим углом к ней. Точки пересечения эклиптики с плоскостью деферента Луны называются восходящим и нисходящим узлами или Головой и Хвостом дракона; последние названия объясняются тем, что, согласно воззрениям древних, солнечные затмения, происходящие в узлах, объясняются тем, что Солнце пожирается драконом. Центр эпицикла планеты движется по деференту не равномерно, а так, что равномерно движется прямая, соединяющая центр эпицикла с «экантом» — точкой, являющейся отражением центра Земли от центра деферента. Далее определяются элементы птолемеической теории движения планет — «средняя планета», «средняя и исправленная аномалия», «средняя исправленная долгота» и соответствующие уравнения, с помощью которых вычисляется «истинное положение планеты»; более сложное движение Меркурия объясняется тем, что центр его деферента обращается вокруг экванта. Далее указываются суточные продвижения планет и Луны по эпициклам и их центров эпициклов по деферентам и периоды этих обращений по Птолемею. Неподвижные звезды совершают полный оборот вследствие прецессии «согласно древним за 36 000 лет, а согласно новым данным за 23 760 лет» (12), стр. 101), т. е. они проходят 1° по Птолемею за 100 лет, а «согласно новым данным» — за 60 лет (правильное значение 1° за 72 года). Далее ал-Бируни описывает движение планет и Луны по широте и приводит значения диаметров Солнца, Луны, пяти планет и звезд и их расстояний от Земли.

Сравним диаметры Солнца, Луны и пяти планет в масштабе, равном диаметру Земли по ал-Бируни и по современным данным (см. таблицу на стр. 213).

Мы видим, что у ал-Бируни диаметр Солнца преуменьшен почти в 20 раз, диаметр Меркурия преуменьшен почти в 10 раз, диаметр Марса преуменьшен более чем в два раза, диаметры Юпитера и Сатурна преуменьшены более чем в два раза.

Светило	По ал-Бируни	По современным данным
Луна	$0^\circ 17' 44'' \approx 0,30$	0,292
Меркурий	$0^\circ 2' 9'' \approx 0,035$	0,37
Венера	$0^\circ 17' 49'' \approx 0,30$	0,97
Солнце	$5^\circ 31' \approx 5,51$	109,0
Марс	$1^\circ 8' \approx 8,13$	0,54
Юпитер	$4^\circ 31' \approx 4,51$	11,14
Сатурн	$4^\circ 31' \approx 4,51$	9,4

Диаметры неподвижных звезд ал-Бируни считает в соответствии с их «величиной» равными соответственно $\frac{1}{20}$, $\frac{4}{81}$, $\frac{5}{109}$, $\frac{1}{24}$, $\frac{2}{51}$ и $\frac{1}{36}$ диаметра Солнца. Ал-Бируни, следуя Птолемею, понимает величину звезд, являющуюся мерой их яркости, в буквальном смысле, считая, что все звезды равноудалены от Земли. На самом же деле многие звезды во много раз больше Солнца, в частности, диаметр Бетельгейзе — более 500 миллионов км, т. е. более чем в 40 тысяч раз больше диаметра Солнца.

Расстояния до светил ал-Бируни приводит в фарсах (1 фарсх приблизительно равен 6 км).

Сравним максимальные радиусы планетных сфер по ал-Бируни в фарсах и в километрах и максимальные расстояния Луны и Солнца от Земли и планет от Солнца в километрах (большие полуоси орбит Луны, Земли и пяти планет) по современным данным:

Светило	По ал-Бируни		По современным данным в км
	в фарсах	в км	
Луна	$96\ 416^\circ 4' 23$	578 496,43	384 400
Меркурий	$183\ 656^\circ 2' 3$	1 101 936,2	57 800 000
Венера	$1\ 254\ 638^\circ 7' 11$	7 527 828,71	108 100 000
Солнце	$1\ 363\ 361^\circ 0' 0$	7 920 166,0	149 500 000
Марс	$9\ 919\ 443^\circ 1' 3$	59 516 658,1	227 700 000
Юпитер	$17\ 914\ 241^\circ 2' 3$	10 748 846,2	777 600 000
Сатурн	$22\ 974\ 394^\circ 6' 0$	137 846 364,6	1 426 100 000

Мы видим, что у ал-Бируни расстояние до Солнца преуменьшено в 20 раз, а расстояние до планет преумень-

шено более чем в 10 раз. Еще больше преувеличены у ал-Бируни расстояния до неподвижных звезд, которое он считает равным 22974394,1 фарсаха, т. е. 137 846 364,6 км: расстояния до ближайших звезд Проксимы Центавра и Сириуса приблизительно равны $4 \cdot 10^{13}$ и $8 \cdot 10^{13}$ км.

На рис. 1 изображена страница издания «Науки звезд» на языке фарси, посвященная затмениям.

5. География

Вопросы 207—241 «Науки звезд» посвящены географии. Здесь ал-Бируни указывает, что диаметр Земли равен $2063 \frac{1}{2}$ фарсаха, а ее окружность 6800 фарсахов, т. е. 40 800 км, что весьма близко к истинному значению. Далее ал-Бируни описывает моря обитаемой части Земли, излагает элементы математической географии и, в связи с различной длиной тени на различных широтах, — гномонику. В заключение этого раздела ал-Бируни излагает учение о климатах, приводит таблицу максимальной длины дня, широт, летней «амплитуды востока» (максимального отклонения места восхода Солнца от точки востока) и летней тени для экватора и начал и середины 7 климатов. Далее он излагает другие способы подразделения Земли, помимо климатов: согласно древнеперсидским преданиям (разделение мира между сыновьями Афридуна Туджем, Сальмом и Ираджем), согласно библии (разделение мира между сыновьями Ноя Нафетом, Симом и Хамом), согласно грекам (Европа, Азия и Ливия, т. е. паша Африка), персидское подразделение Земли на 7 «кешваров», индийское подразделение Земли на 9 «кханд». Приведем распределение стран по климатам по ал-Бируни:

«Мы говорим, что экватор начинается на юге Китая, минуя остров Забадж, в недрах которого находится золото, он проходит между островами Калой и Сарирой, проходит южнее острова Цейлона к островам Дибадкат и севернее острова зинджей к островам и побережью Софалы зинджей и к северу от Лунных гор, пока не достигнет западного Оксана.

Что касается первого климата, то он начинается на востоке Китая, проходит через такие города, как Ханджу и Ханку — его порты

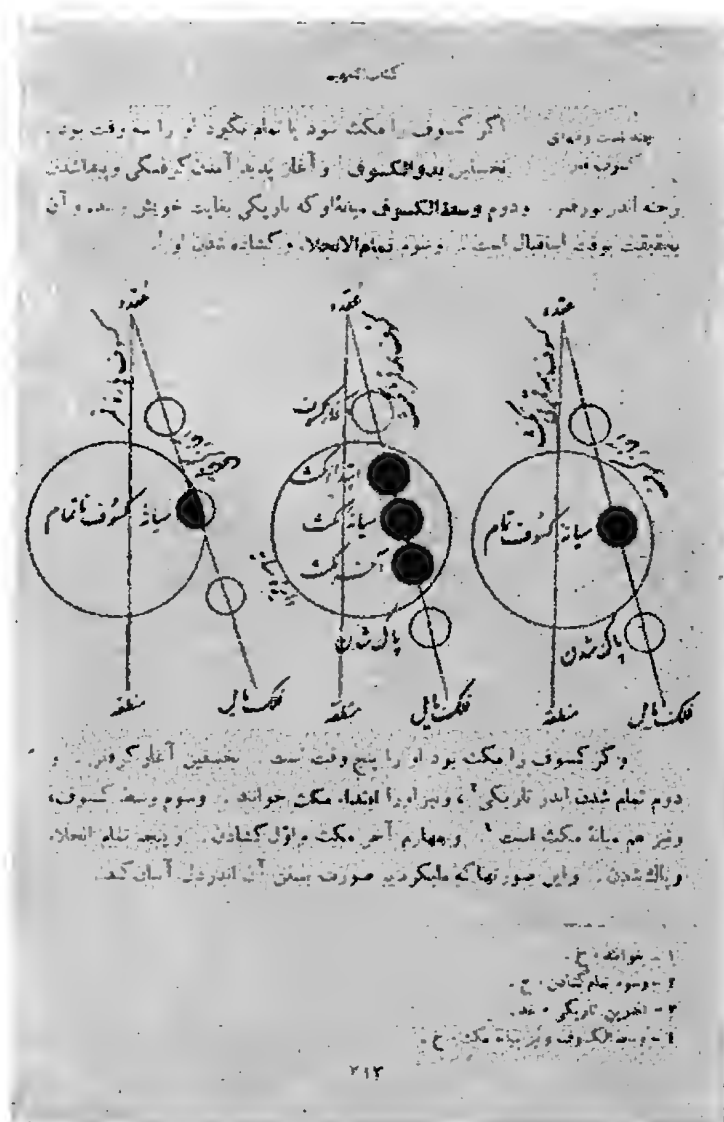


Рис. 1. Страница из книги «Наука звезд», посвященная теории затмений.

на реках, в которые входят корабли из морей. В этом климате находится остров Цейлон, из страны Йемена — то, что южнее Саны — как Зафар, Хадрамаут и Аден; здесь находится Дукула, город Нубии, и Гана из городов западной страны Судан, после чего заканчивается в Океане.

Что касается второго климата, то он начинается в Китае, проходит через Индию севернее гор Камрун, через Канaujдж, Бенарес и Уджайн и через города, расположенные на побережье, как Тапа, Саймур и Шиндан и в Синде через ал-Мансуру и ад-Дайбал, затем он достигает Омала. Из страны Арабии в нем лежат Хаджар, Неджран, Йемена, Махра, Саба, Табала, ат-Тайф, Дикида, Мекка и Медина — Йериб; в нем находится царство Эфиопии, страна Бунджа, Асуан, Куе и Верхний Египет, а также южная часть страны Магриб, после чего он заканчивается в Океане.

Что касается третьего климата, то он начинается на востоке Китая, где находится его главный город и идет через середину Индийского государства, где находится Танишар и Кандахар, из государства Синд — Мульта, Бхатия и Курур, Афганские горы до Забулестана, Валингтан, Сиджистан, Керман, Фарс, Исфahan, Ахваз, Басра, Куфу и Ирак, города Месопотамии, Сирии и Палестины, Иерусалим, Кульзум, Тих, Египет, Александрию, города Барки и Африки, племена берберов в стране Магриб, Тахарт, Сус и область Танжора, после чего он заканчивается в Океане.

Что касается четвертого климата, то он начинается в Китае и проходит через Китай, Тибет, Китай, Хутан и местности между ними, проходит через горы Кашмира, Болора и Вахана и через Бадахшан, Кабул, Гур, Герат, Балх, Тохаристан, Мерв, Кузистан, Нишанур, Кузис, Джурджан, Табаристан, Рей, Кум, Хамадан, Мосул, Азербайджан, Манбидж, Тарсус, Харран, Сугур, Антиохию и острова Кипр, Родос и Сицилию до окружающего Океана у пролива между Андалусией и Магрибом.

Что касается пятого климата, то он начинается в стране восточных турков и в стране Яркудж и идет через земли турецких племен, известные по названиям этих племен, через Кангар, Баласагун, Ташг, Фергану, Исфиджаб, Шап, Усрушану, Самарканд, Бухару, Хорезм, Хазарское море до Баб ал-абваба, Бардаа, Мияфаркия, Армению, провинции Рума и его города, через великий Рим до Галасии и областей Андалусии и заканчивается в окружающем Океане.

Что касается шестого климата, то он начинается в местах кочевий восточных турков Кай и Кув, киргизов, кумаков, токузгузов, через страну туркмен и фарбов, через город хазар и северную часть их моря, через [страну] алаи, между этим морем и морем Трансхунда, идет через Константинополь в страну Бурджан и земли франков, через север Андалусии и заканчивается в западном Океане.

Что касается седьмого климата, то в нем мало обработанных земель. В его восточной части находятся только лесные чащи и горы башкир, область печенегов; он идет через города Сувар и Булгар, и земли русов, славян, болгар и заканчивается в Окружающем море.

За этим климатом обитают немногие народы — ису, варяги, юра и подобные им ([2], стр. 143—145).

«Бурджан» — балканская Болгария, Сувар и Булгар — города волжских болгар — предков чувашей и татар, «Ису» и «юра» — угро-финские племена «весь» и «югра». Здесь ал-Бируни приводит схематическую карту мира.

6. Натуральная астрология, хронология, астролябия

Вопросы 242—267 посвящены так называемой «натуральной астрологии», т. е. задачам астрономии, необходимым для астрологических предсказаний. Здесь ал-Бируни определяет восхождения светил и их прохождения через меридиан (т. е. градусы эклиптики, восходящие или проходящие через меридиан вместе со светилами), «гороскоп» и другие три «колышка» — точки пересечения эклиптики с горизонтом и меридианом, 12 «астрологических домов», соединения и противостояния светил и, в частности, солнечные и лунные затмения, а также параллакс.

Вопросы 268—323 посвящены хронологии. Здесь определяются сутки, месяцы, эры и подробно описываются знаменательные дни календарей евреев, христиан, мусульман, зороастрийцев, византийцев, согдийцев и хорезмийцев, а также принципы составления эфемерид (таблиц движения планет).

Вопросы 324—346 посвящены астролябии — инструменту, с помощью которого находились координаты Солнца и наиболее ярких неподвижных звезд, время в «прямых» и «косых» часах, а также синусы и тангенсы углов. Здесь излагается устройство астролябии, определение с ее помощью «гороскопа» и времени, а также решение с ее помощью других астрономических задач и задач на измерение расстояний до неподвижных предметов (определение глубины колодца, высоты горы или минарета и расстояния до них) (см. [10], стр. 149—162). На рис. 2 изображена страница тегерашского издания «Науки звезд», посвященная астролябии.

7. Юдициарная астрология

Вопросы 347—530 «Науки звезд» посвящены юдициарной астрологии, т. е. «искусству астрологических предсказаний». Без таких предсказаний в средние века не мог обойтись почти ни один астроном, так как правителей,

субсидировавших астрономические исследования, интересовали не сами эти исследования, а предсказания. Астрологией приходилось заниматься даже Кеплеру, который, пазывая астрологию «глупой дочкой» астрономии, с горечью говорил:

«Боже мой, что случилось бы с ее матерью, высоко разумной астрономией, если бы у нее не было этой глупой дочери!... Эта старая разумная мать, астрономия, должна жить за счет своей дочери. И доходы математиков так редки и так малы, что мать наверное страдала бы от голода, если бы дочь ничего не приобретала».

В этом разделе «Науки звезд» ал-Бируни излагает догмы астрологов эллинистических стран, Индии, Ирана, и Средней Азии об астрологическом значении знаков зодиака, светил и «астрологических домов» и учение об астрологических операциях, об астрологических предсказаниях. В связи с изложением влияния знаков зодиака в вопросе 460 «Каковы положения, опасные для глаза?» ал-Бируни подробно перечисляет все известные в то время «туманные звезды», т. е. туманности. В связи с астрологическими операциями вычисления «жребиев» в вопросе 475 ал-Бируни излагает арифметические действия по модулю 12 (знаков зодиака). В связи с необходимостью для астрологического предсказания судьбы человека определить точно момент его рождения в вопросах 524—526 ал-Бируни подробно излагает способы определения времени с помощью астрольбии и водяных часов.

В вопросе 515 ал-Бируни указывает, что астрологические предсказания подразделяются на четыре класса:

«Все, что вы слышите в воздухе, как удары и раскаты грома и крики, все, что вы видите, как зарница, молния, радуга, гало, метеоры, падающие и хвостатые светила и другое из того, что называется атмосферными явлениями, все что происходит на Земле от землетрясений и оседания почвы, все, что происходит в воде — бури, наводнения, приливы и отливы — это первое из указанных подразделений. Эти явления не постоянны или редки; что касается дождя, снега, комет и землетрясений, то они могут быть более длительными; когда они сосредоточены на небольшом месте, они могут быть разрушительными. Далее следуют действия, относящиеся к сложным [вещам, состоящим] из элементов, т. е. к растениям и животным. Имеются две разновидности этих действий: одна общая, относящаяся к каждому роду и виду, а другая — частичная, которая относится только к некоторым родам и видам; среди них также



Рис. 2. Страница из книги «Наука звезд», посвященная астрольбии.

имеются долговременные и скоротечные виды. К общей разновидности относятся, например, гибель урожая и засуха, общие для страны или для нескольких стран, или чума, опустошающая город или несколько городов. К частичной разновидности относятся вопросы, связанные с личностями, и такие события, как войны и конфликты государств, борьба за власть, отделение сепаратистов и царей, появление религий и сект, этих вопросов много. Это — второе подразделение. Далее следует то, что относится индивидуально к каждому человеку или другому [существу] во время его жизни на месте, в котором протекает его жизнь, или к следам, остающимся после него. Это — третье подразделение. Далее следует то, что относится к деятельности людей и к их занятиям. Это — четвертое подразделение» ([2], стр. 509—510).

Таким образом, астрологи предсказывают: 1) события, относящиеся ко всей Земле, 2) события, относящиеся к одной или нескольким странам или городам, 3) судьбу отдельного человека, 4) успех или неудачу отдельного мероприятия.

Наиболее частые астрологические предсказания двух последних классов производились следующим образом: устанавливался момент рождения человека или начала мероприятия, рассматривалось расположение небесных светил в этот момент и делались выводы о благоприятности или неблагоприятности этого расположения светил. Этот вывод делался на основании следующих операций: для установления момента находился «гороскоп» — точка пересечения эклиптики с восточной частью горизонта, а также точки пересечения эклиптики с меридианом ниже горизонта («середина Земли»), с западной частью горизонта («заход») и с меридианом выше горизонта («середина неба»). Между каждыми двумя из этих четырех точек эклиптики, называемых «колышками», находятся еще две точки эклиптики, так что эклиптика делится на 12 «астрологических домов»; процесс построения этих точек называется «эквализацией домов». «Гороскоп», «середина Земли», «заход» и «середина неба» определяют начало соответственно, I, IV, VII и X домов. Каждый из домов определяет, соответственно: 1) жизнь, 2) богатство, 3) братьев и сестер, 4) родителей, 5) детей, 6) болезни, 7) брак, 8) смерть, 9) путешествия, 10) власть, 11) друзей, 12) врагов. Далее астролог смотрит, части каких знаков зодиака попали в какие дома и в каких домах находится Солнце, Луна и планеты. Каждый знак зодиака

и каждое из указанных светил считается благоприятствующим или неблагоприятствующим в тех или иных отношениях, и на основании того, в какие дома попали какие знаки зодиака и светила, делается вывод о вопросах, связанных с этими домами.

В качестве примера излагаемых ал-Бируни астрологических догм приведем соответствие знаков зодиака с четырьмя элементами — огнем, воздухом, водой и землей и четырьмя «соками» человеческого тела — желчью, кровью, флегмой и черной желчью, с которой связывались темпераменты людей — холерический, сангвинический, флегматический и меланхолический (эти названия темпераментов, применяемые и в настоящее время, происходят от греческих и латинских названий соответственных «соков»); соответствие между элементами и «соками» отражает античное учение о гармонии между макрокосмом — Вселенной и микрокосмом — человеком. Ал-Бируни излагает это соответствие следующим образом:

«347. Какова природа знаков зодиака? Если мы запишем знаки зодиака в две строки в их последовательности, то в верхней строке окажутся все горячие знаки зодиака, а все холодные знаки зодиака окажутся в нижней строке. Каждый из них вместе с тем, который под ним, является попеременно сухим или влажным. Если мы знаем активную силу знака зодиака, т. е. горячий он или холодный, и его пассивную силу, т. е. сухой он или влажный, мы будем знать их отношения к элементам мира и к жидкостям [человеческого] тела. Каждый горячий знак зодиака и сухой относится к огню мира и желчи тела. Каждый холодный и сухой знак зодиака относится к земле мира и черной желчи тела. Каждый горячий и влажный знак зодиака относится к воздуху мира и к крови тела. Каждый холодный и влажный знак зодиака относится к воде [мира] и к флегме [тела]. [Все] эти [знаки расположены] в следующей таблице ([2], стр. 210—211):

Горячие знаки зодиака	Овен	Близнецы	Лев	Весы	Стрелец	Водолей
Сухие и влажные	сухой	влажный	сухой	влажный	сухой	влажный
Холодные знаки зодиака	Телец	Рак	Дева	Скорпион	Козерог	Рыбы

«Природу» Солнца, Луны и планет ал-Бируни определяет следующей таблицей ([2], стр. 240):

Планеты	Сатурн	Юпитер	Марс	Солнце
Природа планет	Крайне холодная и сухая	Умеренно горячая и влажная	Крайне горячая и сухая	Горячая и сухая, преобладает жар
Планеты	Венера	Меркурий	Луна	
Природа планет	Умеренно холодная и влажная, преобладает холод	Умеренно холодная и сухая, преобладает сухость	Умеренно холодная и влажная, иногда моется	

Отметим также соответствие между планетами и днями недели ([2], стр. 241):

Планеты	Сатурн	Юпитер	Марс	Солнце
Их дни	Суббота	Четверг	Вторник	Воскресенье
Планеты	Венера	Меркурий	Луна	
Их дни	Пятница	Среда	Понедельник	

и соответствие между планетами и металлами ([2], стр. 243) (см. таблицу на стр. 223).

Первое из этих соответствий, восходящее к вавилонянам, лежит в основе названий дней недели у индийцев и римлян, от римских названий произошли названия дней недели многих народов Западной Европы, связанные с планетами. Второе из этих соответствий лежит в основе соответствий принятых западноевропейскими алхимиками, которые связывали Сатурн со свинцом, Юпитер — с оловом, Марс — с железом, Солнце — с золотом, Венеру — с медью, Меркурий — со ртутью, а Луну — с серебром и обозначали металлы теми же значками, что и соответственные планеты.

Планеты	Сатурн	Юпитер	Марс	Солнце
Металлы	Свинец	Олово, свинцовые багилы, алмаз, латунь и все украшения людей	Железо и медь	Золото, жемчуга и рубины и все украшения царей
Планеты	Венера	Меркурий	Луна	
Металлы	Серебро, золото, все украшения с драгоценными камнями, посуда из золота, серебра, олова и меди	Воск, на чем можно чеканить слова и писать цифры, как динары, дирхемы и фалсы, старое золото и ртуть	Серебро и все, что сделано из него, как браслеты, кольца и тому подобное	

Техника астрологических предсказаний описывается ал-Бируни следующим образом: «Для всего существующего имеется время его первого появления, оно определяет гороскоп и расположение светил. Из расположения светил и созвездий определяются «хайладж», «домовладыка», «берущие верх», «дары», «добавляющие», «сокращающие» и «пресекающие...» ([2], стр. 323). Перечисленные здесь термины — определенные точки эклиптики, определяемые часто с некоторым произволом, например, «хайладж» ищется в пяти местах: первое — время появления Солнца и Луны, второе — конец видимости Луны днем, Солнца ночью, третье — градус гороскопа, четвертое — икребий счастья, пятое — градус соединения или противостояния Луны перед рождением, хайладж — один из них, он определяется по специальным правилам ([2], там же), по хайладжу определяется «домовладыка».

Далее определяется «перемена года рождения» — момент, когда Солнце находится в той же точке эклиптики, что и в момент, для которого составляется гороскоп, по переменам годов определяются астрологические операции, которым подвергаются полученные данные, в результате чего эти данные снабжаются числовыми характеристиками, которые позволяют из подчас противоречащих друг другу «указаний» различных светил и знаков зодиака получить определенное предсказание.

Сущность деятельности астролога характеризуется ал-Бируни в последнем вопросе «Науки звезд»:

«530. Что такое угадывание скрытого и чтение тайных мыслей? Угадывание скрытого относится к тому, что скрыто, например, спрятано в кулаке, чтение тайных мыслей относится к мыслям, задуманным спрашивающим. Астрологи, имеющие большую практику, очень быстро понимают все обстоятельства, так же как многочисленные удач гадающих, благодаря их словам, которыми они пользуются, задавая вопросы, и их вниманию ко всем указаниям и действиям [спрашивающих]» ([2], стр. 332).

Таким образом, ал-Бируни рекомендует внимательно наблюдать за всеми указаниями и действиями клиента, задавая ему дополнительные вопросы и выясняя все обстоятельства дела и, таким образом, по существу без наблюдения светил, прийти к нужному выводу. Далее, надлежащим образом выбирая хайадж и другие элементы произвола, астролог может получить как раз то предсказание, к которому он пришел заранее.

При этом ал-Бируни считает необходимым выполнить все астрологические операции и получить требуемый вывод как «приговор звезд». О тех астрологах, которые не выполняют этих условий, ал-Бируни говорит в предпоследнем вопросе «Науки звезд». «Астрологи, склонные к обману», о которых пишет ал-Бируни, под видом решения одной задачи фактически решают совсем другие задачи и попросту морочат голову клиентам. Хашивитами ал-Бируни называет тех, кто считал бога обладающим человеческими и моральными качествами. В «Памятниках мпнувших поколений» он называл их «неотесанными хашивитами» ([15], стр. 94).

«529. Что такое праздная задача? Ее называют так, а также «всеобщей задачей». Согласно книгам многих астрологов, это — следование процедуре одной задачи при решении другой, например, установление гороскопа требуемого времени. Они проверяют аспекты для рождения, и делают выводы об оставшемся сроке жизни и о положении в нем. Среди них имеются такие, которые увеличивают характеристики рождений, получая за счет этого истинную часть жизни спрашивающего. Хашивитские астрологи, склонные к обману, когда им задается вопрос, приказывают спрашивающему вернуться и спать три ночи и сосредоточить свое внимание на этом в течение дня и только после этого задавать вопрос.

И не знаю более грубых утверждений в этом деле, кроме совершенного произвола, так как они явно порочны; когда же их предсказания не сбываются, они говорят, что спрашивающий искажил то, что ему сказали» ([2], там же).

Вынужденный составлять астрологические предсказания для тех, от кого он зависел, ал-Бируни ясно видел вздорность догм и принципов астрологических предсказаний. Ал-Бируни открыто осуждал астрологические предсказания в своей «Геодезии» ([16], стр. 260) и в списке своих сочинений, так называемом «Фихристе» ([17], стр. 285). Прямому разоблачению методов астрологов был, несомненно, посвящен упоминаемый им в «Памятниках мпнувших поколений» ([15], стр. 95) не дошедший до нас трактат «Предостережение против искусства обмана, т. е. приговоров звезд».

«Наука звезд» в течение многих веков была учебным пособием по астрономии и примыкающим к ней наукам. Написанная одним из крупнейших ученых средневекового Востока, она не теряет своего значения и в настоящее время, являясь введением в изучение истории этих наук в средние века.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенфельд Б. А., Рожанская М. М., Астрономический труд ал-Бируни «Канон Мас'уда», ИАН, вып. 10, М., 1969, стр. 63—95.
2. al-Biruni Abul-Rayhan, The book of instruction in the elements of the astrology, ed. and transl. by R. Wright, London, 1934.
3. Ал-Бируни Абу-р-Райхан. Китаб ат-тафхим ли авали сипа' ат-тапсиким, пзд. Джалал ад-Дин Хумат, Тегеран, 1319 х. (1940).
4. Бируни Абурайхон, Китаб-ут-тафхим ли авали саноат-ит-тапсим, Душанбе, 1973.
5. Джалалов Г. Д., Бируни и астрономическая наука, «Бируни — великий ученый средневековья», сборник под ред. А. С. Семенова, Ташкент, 1950, стр. 63—84.
6. Садыков Х. У., Бируни и его работы по астрономии и математической географии, М., 1953.
7. Крачковский И. Ю., Арабская географическая литература. Избранные произведения, т. 4, М., 1957.
8. Куббель Л. Е. и Матвеев В. В., Арабские источники X—XII веков по этнографии и истории Африки южнее Сахары, М.—Л., 1965.

9. Бируни Абу Райхан, Мысли о Земле и Вселенной, перевод Б. А. Розенфельда, А. Абдурахманова, М. М. Рожанской, «Природа», № 8, 1973, стр. 10—11.
10. Розенфельд Б. А., Рожанская М. М., Соколовская З. К., Абу-р-Райхан ал-Бируни (973—1048), М., 1973.
11. Wiedemann E. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften XVII, XVIII, XXVII, XLVIII, Sitzungsberichte der Phys.—Med. Sozietät in Erlangen, Bd. 41, 1910, S. 1—78; Bd. 44, 1913, S. 1—19; Bd. 48—49, 1918, S. 1—15.
12. Barani S. H., Muslim researches in Geodezy, «Al-Biruni Commemorative volume», Calcutta, 1951, pp. 1—52.
13. Розенфельд Б. А., Краснова С. А. и Рожанская М. М., О математических работах Абу-р-Райхана ал-Бируни, «Из истории науки и техники в странах Востока», вып. 3, 1963, стр. 74—92.
14. al-Biruni Abu'l-Rayhan, Al-Qanun'l-Mas'udi, vol. 1—3, Hyderabad, 1954—1956.
15. Бируни Абу Рейхан, Памятники минувших поколений, перевод М. А. Салье, Избранные произведения, т. 1, Ташкент, 1957.
16. Бируни Абу Рейхан, Геодезия, исследование, перевод и примечания П. Г. Булгакова, Избранные произведения, т. 3, Ташкент, 1966.
17. Ал-Бируни Абу-р-Райхан, Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия), перевод А. М. Беленицкого, статьи и примечания А. М. Беленицкого и Г. Г. Теммлейна, М.—Л., 1963.

УЧЕНИЕ АЛ-БИРУНИ О ДВИЖЕНИИ СОЛНЦА

З. Г. Джалалова

Великий среднеазиатский ученый-энциклопедист Абу-р-Райхан ал-Бируни (973—1048) излагает учение о движении Солнца в «Хронологии» [1, 2] и в «Каноне Мас'уда» [3] (см. также [4]), а также в некоторых трактатах.

§ 1. Учение о движении Солнца в «Хронологии»

Видимое движение Солнца рассматривается ал-Бируни в «Хронологии». Ал-Бируни, вслед за Птолемеем, считал Солнце вращающимся вокруг Земли по кругу в плоскости эклиптики. Для объяснения неравномерности видимого движения Солнца Птолемей предложил две эквивалентные гипотезы: 1) круг, по которому движется Солнце («круг апогея»), расположен эксцентрично по отношению к эклиптике, 2) Солнце вращается по небольшому кругу — эпициклу, центр которого вращается вокруг Земли по концентричному с эклиптикой кругу — деференту. Ал-Бируни придерживается первой из этих гипотез. В «Хронологии» он излагает один из методов вычисления апогея, т. е. точки эклиптики, наиболее удаленной от «круга апогея» (в предположении, что этот круг расположен целиком внутри эклиптики). Этому вопросу посвящен раздел 7 главы «О хронологических циклах и «текуфах», о началах и качествах годов и месяцев, о вставных месяцах в годах евреев, и в других годах», «Текуфами» назывались начала четвертой года, т. е. дни равноденствий и солнцестояний, причем евреи считали, что от одной текуфы до другой проходит одно и то же время — $91 \frac{1}{2}$ дней $7 \frac{1}{2}$ часов, т. е. $\frac{1}{4} \cdot 365 \frac{1}{4}$ дней.

Ал-Бируни здесь указывает, что точное значение продолжительности года 365 дней $5 \frac{3791}{4104}$ часов, т. е. $365 + \frac{5}{24} + \frac{3791}{4104 \cdot 24} = \frac{35975351}{98496}$ дней. Деля 360° на эту величину, ал-Бируни получает среднее движение Солнца за сутки, равное $\frac{360^\circ \cdot 98496}{35975351} = 0^\circ 59' 8'' 17''' 7^{IV} 46^V$ (в русском пере-

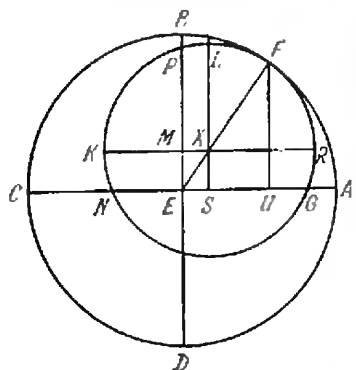


Рис. 1.

воде «Хронологии», выполненном М. А. Салье ([2], стр. 181), термин «цикл Солнца», который у ал-Бируни относится к 360° , неправильно относится к числу 98 496). Здесь дуга эклиптики, проходимая Солнцем за сутки, выражена в градусах и их шестидесятичных минутах, секундах, терциях, квартах и квинтах.

Далее ал-Бируни переходит к определению долготы апогея и эксцентриситета орбиты апогея, т. е. расстояния

ее центра от центра эклиптики. Приводим рассуждения ал-Бируни по арабскому тексту «Хронологии» ([1], стр. 183—184), так как русский перевод ([2], стр. 181—182) весьма искажен. Ал-Бируни пишет:

«Опишем из центра E круг ABCD сферы Солнца, подобный эклиптике, причем точка A — начало знака Овна, B — начало Рака, C — начало Весов, D — начало Козерога (рис. 1) и проведем два диаметра AEC и BED» ([1], стр. 183)

A, B, C, D — соответственно точки весеннего равноденствия, летнего солнцестояния, осеннего равноденствия и зимнего солнцестояния. Далее ал-Бируни отмечает, что, вопреки мнению евреев о равенстве времен, проходимых Солнцем между этими точками,

«Солнце проходит квадрант AB за более продолжительное время, чем прочие квадранты. Отсюда следует, что центр эксцентричного круга лежит в этом квадранте. Пусть центром будет точка X.

Опишем из нее круг, касающийся подобного круга и изображающего эксцентричный круг. Это круг CFPN, точку касания обозначим через F. Далее проведем линию FX и диаметр RAXM, проходящий через точку X и параллельный диаметру AEC, а также полу- диаметр LX, параллельный диаметру BED, продолжив его в его направлении, до [точки] S $\gg$ ([1], стр. 183).

Далее ал-Бируни указывает, что Солнце проходит весенний и летний квадранты за 187 дней. Умножив это число на среднее движение Солнца за сутки, равное $0^\circ 59' 8'' 17''' 7^{IV} 46^V$, он получает, что дуга GFN эксцентричного круга равна $184^\circ 18' 52'' 43''' 12^{IV}$

«Вычтя из этой величины 180° , т. е. полуокруг RFPK, получаем в остатке сумму [дуг] GR и KN, т. е. $4^\circ 18' 52'' 43''' 12^{IV}$. Поскольку оба диаметра параллельны, эти дуги должны быть равны. Поэтому каждая из них равна $2^\circ 9' 26'' 21''' 36^{IV}$. Синус каждой из этих дуг, т. е. линия XS, если считать, что полурадиус LX равен единице, равен $0^\circ 2' 15'' 30''' 57^{IV}$. Поскольку Солнце проходит квадрант AB за девяносто четыре дня с половиной, то дуга GFR эксцентричного круга должна равняться $93^\circ 8' 34'' 38''' 44^{IV}$. Так как дуга GL состоит из известной [дуги] GR и [дуги] RL, а RL — квадрант, то если вычтем GL из GF, останется LP, т. е. $0^\circ 59' 81'' 17''' 8^{IV}$. Синус LP в том же масштабе равен $0^\circ 1' 1'' 55''' 35^{IV}$. Это равно линии XM, равной SE. Катеты XS и SE прямоугольного треугольника XSE известны, а гипотенуза — неизвестна. Умножим каждую из сторон XS и SE на себя и сложим их квадраты. Получится $287\ 704\ 466\ 674^{VIII}$. Извлечем из этого числа корень, получим $0^\circ 2' 28'' 59''' 40^{IV}$, т. е. расстояние между двумя центрами, равное синусу наибольшего уравнения. Найдем его дугу по таблице синусов. Она окажется равной $2^\circ 22' 19'' 12''' 16^{IV}$, это — наибольшее уравнение» ([1], стр. 183—184).

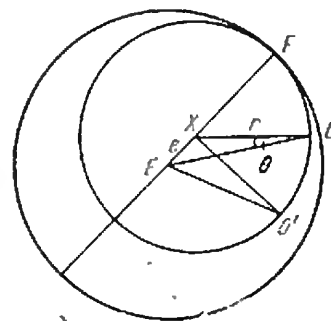


Рис. 2.

Уравнением Солнца называется угол EOX, если считать, что Солнце находится в точке O эксцентричного круга (рис. 2). Уравнение Солнца максимально, когда Солнце занимает такое положение O', что отрезок EO' перпендикулярен к диаметру EF. Поэтому, если радиус

OX равен 1, эксцентриситет EX равен линии синуса наибольшего уравнения $EO'X$.

Дуга λ_A между началом Овна и апогеем, т. е. дуга AF на рис. 1, измеряется углом SEX . Далее ал-Бируни переходит к новому масштабу, считая за 1 («полный синус») радиус EF круга, подобного эклиптике и пишет:

«Тому, кто изучал тригонометрию, ясно, что отношение сторон треугольника равно отношению синусов противолежащих сторон углов. Поэтому отношение известной нам стороны EX к известной стороне XS равно отношению синуса прямого угла XSE или, [что то же самое], EF , т. е. полного синуса, к синусу угла SEX , т. е. к искомой линии FU . Вычислим по способу вычисления неизвестного числа из четырех пропорциональных величин. Получится $0^{\circ}54'34''19'''48''''^{IV}30^V$. Соответствующая дуга равна $65^{\circ}26'29''32'''$. Это и есть линия AF , т. е. расстояние точки апогея от точки весеннего равноденствия, это и есть то, что мы хотели доказать» ([1], стр. 184).

Если мы обозначим дуги эклиптики, проходимые Солнцем в течение весны, лета, осени и зимы соответственно через $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, то вычисления ал-Бируни можно выразить формулой

$$\sin \lambda_A = \frac{\cos \frac{\alpha + \beta}{2}}{\sqrt{\cos^2 \frac{\alpha + \beta}{2} + \sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2}}}.$$

Ал-Бируни заключает приведенное нами изложение словами:

«Таков метод древних при вычислении апогея. Что же касается позднейших [астрономов], то [они], зная, что установить время обоих солнцестояний очень трудно и почти невозможно, предпочли при определении точек A, B, C, D [опираться] на средние части четвертей года, т. е. на середины «устойчивых» знаков зодиака [т. е. на созвездия Тельца, Льва, Скорпиона и Водолея]. Метод, который применял мой наставник Абу Наср Мансур ибн 'Али ибн Ирак, клиент повелителя правоверных, для предыдущего вычисления, требует определения трех произвольных точек эклиптики и предварительного установления продолжительности солнечного года. В «Книге свидетелей» о рахождении астрономических наблюдений» я установил, что этот способ настолько же превосходит учение позднейших [астрономов], насколько их учение превосходит учение древних» ([1]; стр. 184—185).

§ 2. Тракаты ал-Бируни, специально посвященные движению Солнца

В «Трактате об определении хорд в круге при помощи ломаной линии, вписанной в него» [5] ал-Бируни цитирует целый ряд своих трактатов, посвященных теории движения Солнца. Решению задач, относящихся к этой теории, посвящены три раздела указанного трактата: 1) «Определение места апогея Солнца эксцентриситета по наблюдениям трех точек при видимости квадратов из моей книги «Метод исследования движения Солнца» ([5], стр. 122—123), где излагается способ определения дуги λ_A и эксцентриситета эксцентричного круга по трем положениям Солнца A, B, C на этом круге при условии, что прямая AC проходит через центр E эклиптики, а прямая EB перпендикулярна к AC , 2) «Определение того же по двум противоположным точкам эклиптики и по третьей точке, расстояние которой от них произвольно» ([5], стр. 123), где та же задача решается для более общего случая, когда на точку B не наложено ограничение, 3) «Определение уравнения для половины эксцентричного круга из моей книги, специально посвященной этому вопросу» ([5], стр. 124—125). Мы не приводим здесь эти задачи, так как их русские переводы приведены в публикации [5].

§ 3. Учение о движении Солнца в «Каноне Мас'уда»

Видимому движению Солнца специально посвящена VI книга «Канона Мас'уда». Эта книга состоит из 11 глав. В главе 1 рассматривается необходимое для изучения движения Солнца преобразование времени при переходе из одного места наблюдения к другому. В главе 2 уточняются географические долготы Газны, где проводил наблюдения ал-Бируни в период работы над «Каноном Мас'уда», и Александрии, где работал Птолемей. «Что касается Газны, — пишет ал-Бируни — то там недавно проводились два наблюдения Солнца. Что же касается Александрии, то это потому, что здесь в случае необходимости обращаются к наблюдениям Птолемея, которые проводились в этом городе» ([3], стр. 615). В главе 3 излагаются способы

установления времени равноденствий и солнцестояний, а также времени нахождения Солнца в любой точке эклиптики; здесь описываются наблюдения самого ал-Бируни как в Ургенче, так и в Газне. В главе 4 излагается эксцентрическая гипотеза Птолемея движения Солнца и рассматриваются разновидности этой гипотезы, когда эксцентричный круг больше, меньше и равен «кругу, подобному эклиптике». Ал-Бируни предпочитает рассматривать последний случай. В главе 5 излагается своеобразное мысленное моделирование движения Солнца с помощью материальных сфер и колец. В главе 6 рассматривается учение Птолемея о среднем движении Солнца по эклиптике и приводятся результаты измерений времени осенних солнцестояний от Гиппарха и Птолемея до наблюдений самого ал-Бируни в Ургенче и Газне. В главе 7 ал-Бируни повторяет те же вычисления эксцентриситета орбиты Солнца и долготы апогея, которые он излагал в «Хронологии» (см. § 1), однако здесь найденное им значение эксцентриситета в масштабе, в котором радиус эксцентричного круга равен 1, равно $0^{\circ} 2' 23'' 38''' 33IV$, а дуга «наибольшего уравнения» равна $2^{\circ} 21' 59'' 21'''$ ([3], стр. 651). Здесь же ал-Бируни находит положение апогея в $5^{\circ} 27' 7'' 38'''$ Близицефов, т. е. $\lambda_A = 65^{\circ} 27' 7'' 38'''$. Сравнивая найденную им долготу апогея с результатами измерений астрономов IX—X вв., ал-Бируни приходит к выводу, что «апогей удаляется от места, в котором его упоминает Птолемей... место апогея подвигается вперед у всех ученых после Птолемея» ([3], стр. 657). В главе 8 рассматривается величина движения апогея. «Доля одного градуса движения апогея, — пишет ал-Бируни, — составляет приблизительно девяносто девять лет», но, не считая этот результат окончательным в силу незначительности периода времени наблюдений, ал-Бируни добавляет: «маловероятно, что сердце успокоится на этом» ([3], стр. 676). Здесь же ал-Бируни проводит исследование движения Солнца вблизи апогея, являвшееся одним из первых случаев исследования неравномерного движения вблизи точек максимума и минимума его скорости.

В главе 9 ал-Бируни приводит таблицу «аргумента Солнца», т. е. долготы $\bar{\lambda}$, равной дуге, пройденной Солнцем по эксцентричному кругу, и «апогея Солнца», т. е.

эклиптической долготы λ_A апогея Солнца для 400—820 гг. персидского солнечного календаря по эре Йездигерда (1032—1452 гг. н. э.), а также для месяцев, суток и дробей суток. Обе функции $\bar{\lambda}(t)$ и $\lambda_A(t)$ являются линейными функциями времени:

$$\bar{\lambda}(t) = \bar{\omega}t, \quad \lambda_A(t) = \omega_A t.$$

Приведем первые пять строк этой таблицы для «объединенных годов» (где годы объединены по 30 лет):

Таблица аргументов Солнца и его апогея

Объединенные годы эры Йездигерда с неполным годом	Аргумент Солнца						
	Градусы	Минуты	Секунды	Терции	Кварты	Квинты	Сексты
Основа							
400	264	54	5	53	39	32	33
430	257	21	0	3	11	4	0
460	249	46	54	12	42	35	27
490	242	14	48	22	14	6	14
520	234	41	42	31	45	38	21
Объединенные годы эры Йездигерда с неполным годом	Апогей Солнца						
	Градусы	Минуты	Секунды	Терции	Кварты	Квинты	Сексты
Основа							
400	85	10	19	4	51	18	4
430	85	36	24	3	24	55	56
460	86	2	29	5	58	33	48
490	86	28	34	6	32	11	40
520	86	54	39	7	5	49	32

([3], стр. 693). Значение величины $\bar{\omega}$ за 30 лет равно $-7^{\circ} 33' 5'' 50''' 28IV 28V 33VI$, а значение ω_A за 30 лет равно $+0^{\circ} 26' 5'' 30''' 33IV 37V 52VI$.

В главе 10 приводятся таблицы для уравнения Солнца. Если мы обозначим радиус эксцентричного круга

через r , а эксцентриситет EX через e , то уравнение $0 = \angle EOX$ связано с дугой $\bar{\lambda} = FO$ (рис. 2) соотношением, получаемым из теоремы синусов для треугольника EOX :

$$\frac{r}{\sin(\bar{\lambda} - \theta)} = \frac{e}{\sin \theta},$$

т. е.

$$r \sin \theta = e(\sin \bar{\lambda} \cos \theta - \sin \theta \cos \bar{\lambda})$$

или

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\frac{e}{r} \sin \bar{\lambda}}{1 + \frac{e}{r} \cos \bar{\lambda}},$$

откуда

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{\frac{e}{r} \sin \bar{\lambda}}{1 + \frac{e}{r} \cos \bar{\lambda}},$$

где $\frac{e}{r} = 0^{\circ} 2' 23'' 38''' 33iv$.

Так как значение $\frac{e}{r}$ близко к $2'$, то к этой величине близки максимальные по абсолютной величине величины значений $\operatorname{tg} \theta$ вблизи $\bar{\lambda} = 90^{\circ}$ и 270° , поэтому максимальные по абсолютной величине значения θ не превосходят 2° , вследствие чего ал-Бируни приводит таблицу значений не самого уравнения θ , а разности $2 - \theta$:

«Я вычислил уравнение для каждого градуса половины круга апогея в таблицах для применения. Так как известно, что в первой половине [круга] это — недостаток [до среднего Солнца], а во второй — избыток, а далее самое большее из уравнений не превосходит двух градусов, вычтем их из первоначального значения аргумента» ([3], стр. 706).

Поэтому ал-Бируни приводит значение функции

$$2 - \theta = 2 - \operatorname{arctg} \frac{\frac{e}{r} \sin \bar{\lambda}}{1 + \frac{e}{r} \cos \bar{\lambda}}.$$

(см. таблицу на стр. 235).

Таблица уравнения и поправки

Строка число	Уравнение				Поправки		
	°	'	"	'''	'	"	'''
1	1	53	58	43	2	0	16
2	1	51	58	27	2	0	8
3	1	49	58	19	1	59	59
4	1	47	58	20	1	59	47
5	1	45	58	34	1	59	32
88	0	1	1	15	0	3	14
89	0	0	58	1	0	1	22
90	0	0	56	39	0	1	28
91	0	0	58	7	0	3	17
92	0	1	1	24	0	5	29
178	2	0	0	0	2	9	6
179	2	2	9	6	2	9	0
180	2	4	53	41	2	8	57
181	2	6	27	8	2	8	51
182	2	8	35	59	2	8	40
266	3	59	3	21	0	1	22
267	3	59	1	59	0	4	14
268	3	58	58	45	0	5	23
269	3	58	53	22	0	7	34
270	3	58	45	48	0	9	42
271	3	58	36	6	0	11	51
272	3	58	24	15	0	14	0
358	2	0	0	0	2	0	28
359	1	57	59	32	2	0	26
360	1	55	59	6	22	0	23

([3], стр. 708—719).

В главе 11 рассматривается неравенство длин суток и течение года и соответствующее ему «уравнение времени».

Мы видим, что ал-Бируни занимался изучением движения Солнца в течение многих лет: «Хронология» была

закончена до 1000 г., «Трактат о хордах» — в 1027 г., а «Канон Мас'уда» — в 1037 г. В течение этого времени ал-Бируни постоянно уточнял параметры движений Солнца, обосновал движение апогея солнечной орбиты и дал подробный анализ движения Солнца вблизи точек апогея и перигея и тем самым внес значительный вклад в теорию движения Солнца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Biruni, Chronologie orientalischer Völker, herausg. E. Sachau, Leipzig, 1878.
2. Бируни, Памятники минувших поколений, перевод М. А. Салье, Избранные произведения, Ташкент, 1957.
3. Al-Biruni, Al-Qanunul-Mas'udi, Hyderabad, 1954—1956.
4. Розенфельд Б. А., Рожанская М. М., Астрономический труд ал-Бируни «Канон Мас'уда», Историко-астрономические исследования, вып. 10, М., 1969, стр. 63—95.
5. Ал-Бируни, Трактат об определении хорд в круге при помощи ломаной линии, вписанной в него, перевод С. А. Красновой и Л. А. Карновой, «Из истории науки и техники в странах Востока», М., 1963, стр. 93—147.

АСТРОНОМИЯ В ДРЕВНЕЙ ИНДИИ

А. И. Володарский

Развитию астрономии в Индии посвящена немногочисленная литература. В общих трудах по истории астрономии, например [1, 6], главы по истории индийской астрономии вообще отсутствуют. В других книгах [5, 7] имеются небольшие разделы, связанные с данным предметом. При написании этой статьи в первую очередь использовались оригинальные работы древних авторов [2, 9—12, 14], а также глава, посвященная развитию астрономии в недавно вышедшей «Краткой истории науки в Индии» [13].

Наиболее ранние сведения о естественнонаучных знаниях индийцев относятся к эпохе Индской цивилизации, датирующейся III тысячелетием до н. э. [4]. До нас дошли краткие надписи, сделанные на печатях и амулетах и значительно реже на орудиях и оружии. Как правило, крупные города Индии располагались или на берегу океана, или вдоль побережья больших судоходных рек. Так, один из крупнейших городов древней Индии Мохенджо-Даро был расположен возле судоходной реки Инд. Поэтому для торговли существенную роль играли водные пути, что в свою очередь способствовало развитию судостроения. Во время археологических раскопок в Мохенджо-Даро был найден ряд предметов, подтверждающих это. До нас дошли многочисленные печати-амулеты, на одном из которых изображено судно без мачты с острыми, загibaющимися кверху носом и кормой. Другое судно изображено на глиняном черепке. У этого судна, как и у первого, высокий нос, корма, но вместо палубной каюты посередине возвышается мачта. Видимо, второе судно предназначалось для плавания не только по рекам, но и по морю. Для

ориентации и потребовалось изучать небесные тела и созвездия. Другим побудительным мотивом была потребность измерить интервалы времени.

Вследствие общности черт древнеиндийской цивилизации с древнейшими культурами Вавилона и Египта и наличия между ними контактов, хотя и не регулярных, можно полагать, что ряд астрономических явлений, известных в Вавилоне и Египте, был также известен в Индии. Видимо, наши сведения о науке древнейших индийцев значительно расширятся в результате расшифровки имеющихся надписей.

Следующие сведения по астрономии можно найти в имеющей религиозно-философское направление ведической литературе, относящейся ко II—I тысячелетию до н. э. [3]. Хотя эти сочинения не посвящены специально точным наукам, в них можно найти много свидетельств, касающихся астрономии. Там содержатся, в частности, сведения о солнечных затмениях, интеркаляциях с помощью тринадцатого месяца, список накшатр — лунных стоянок; наконец, космогонические гимны, посвященные богине Земли, прославление Солнца, олицетворение времени как изначальной мощи, также имеют определенное отношение к астрономии.

В ведическую эпоху Вселенная считалась разделенной на три различные части — региона: Земля, небесный свод и небо. Каждый регион в свою очередь также делился на три части. Солнце во время своего прохождения через Вселенную освещает все эти регионы и их составляющие. Эти идеи неоднократно выражались в гимнах и строфах «Ригведы» — самой ранней по времени составления, например: «Взошел светлый лик богов... заполнил небо и землю и воздушное пространство» [3, стр. 27], «боги имеют свои жилища на трех различных прозрачных областях неба», «утроенная земля», «тройная область света» [13, стр. 61—62]. Подобные тройственные деления неба были детально разработаны в ведической литературе, о чем свидетельствует следующий отрывок из «Шанчавинша-брахмана»: «Из-за огня, земли, растений, — таким образом, этот мир тройствен; из-за ветра, промежуточного региона, птиц, — таким образом, этот мир тройствен; из-за солнца, неба, звезд, — таким образом, этот мир тройствен» [13, стр. 62].

Строфы «Ригведы» дают нам понять, какое важное значение имеет Солнце — Сурья — для жизни природы. Своим светом Солнце не только освещает миры, но и поддерживает жизнь на Земле: «Счастливые золотистые кони Сурьи, светлые, быстрые, сопутствуемые ликованием, достойные почтения, вступили на поверхность неба, [они] обходят небо и землю в один день. Эта божественность Сурьи, эта мощь, действуя, собирает воедино простертое» [3, стр. 27—28].

Следующим наиболее заметным объектом на небе является Луна. Она сама не светит, но «принимает яркость Солнца» или «украшает вместе с Солнцем стреловидный луч». Некоторые фазы Луны получили специальные наименования: так, день накануне новой Луны в ведической литературе называется синвали, день новолуния — куху, день, предшествующий полнолунию, — аумати, полнолуние — рака.

В ведической литературе встречается упоминание о месяце — одной из ранних естественных единиц времени, промежутке между последовательными полнолуниями или новолуниями. Месяц делился на две части, две естественные половины: светлая половина — шукла — от новолуния до полнолуния и темная половина — кришна — от полнолуния до новолуния. Первоначально лунный синодический месяц определялся в 30 дней, затем он был более точно вычислен в 29.5 дней. Звездный месяц был больше 27, но меньше 28 дней, что нашло свое дальнейшее выражение в системе накшатр — 27 или 28 лунных стоянок.

Сведения о планетах упоминаются в тех разделах ведической литературы, которые посвящены астрологии. Семь адитья, упомянутые в «Ригведе», можно трактовать как Солнце, Луну и пять известных в древности планет — Марс, Меркурий, Юпитер, Венера, Сатурн. Число 34, употребляющееся в одном из священных гимнов, чтобы выразить свет, с которым Индра смотрит вокруг, можно представить как ссылку на Солнце, Луну, пять планет и 27 накшатр.

Звезды уже давно использовались для ориентировки в пространстве и во времени. Тщательные наблюдения показали, что расположение звезд в один и тот же час почти

со временем года постоянно изменяется. Постепенно то же самое расположение звезд наступает раньше; самые западные звезды исчезают в вечерних сумерках, а на рассвете на восточном горизонте появляются новые звезды, входя все раньше с каждым следующим месяцем. Это утреннее появление и вечернее исчезновение, определяемое годичным движением Солнца по эклиптике, повторяется каждый год в одну и ту же дату. Поэтому было очень удобно использовать звездные явления для фиксирования дат солнечного года.

В отличие от вавилонских и древнекитайских астрономов ученые Индии практически не интересовались изучением звезд как таковых и не составляли звездных каталогов. Их интерес к звездам в основном сосредоточивался на тех созвездиях, которые лежали на эклиптике или вблизи нее. Выбором подходящих звезд и созвездий они смогли получить звездную систему для обозначения пути Солнца и Луны. Эта система среди индийцев получила название «системы накшатры», среди китайцев — «системы сю», среди арабов — «системы маазилий».

Самые ранние сведения о накшатрах встречаются в «Ригведе», где термин «накшатра» употреблялся как для обозначения звезд, так и для обозначения лунных стоянок. В «Ригведе» имеются свидетельства по крайней мере о двух лунных стоянках, а именно «Магха» («Агха») и «Пхалгуни» («Арджуни»). Хотя другие лунные стоянки специально не названы, есть основания полагать, что во время составления «Ригведы» индийцы уже знали большинство накшатр.

Лунные стоянки представляли собой небольшие группы звезд, удаленные друг от друга приблизительно на 13° , так что Луна при своем движении по небесной сфере каждую следующую ночь оказывается в следующей группе.

Полный список накшатр впервые появился в «Черной Яджурведе» и «Атхарваведе», которые были составлены позднее «Ригведы». Названия лунных стоянок остались практически без изменений на протяжении многих веков со времени их первого появления в ведической литературе. Поскольку пакпатра «Абхиджит» приводится не во всех списках, их число колеблется между 27 и 28.

Древнеиндийские системы пакпатр соответствуют лунным стоянкам, приведенным в современных звездных каталогах [2, стр. 611].

Так, 1-я пакпатра «Ашвини» соответствует звездам β , γ созвездия Овен; 2-я, «Бхарани» — части созвездия Овен; 3-я, «Криттика» — созвездию Плеяды; 4-я, «Рохини» — части созвездия Телец; 5-я, «Мригашира» — части созвездия Орион; 6-я, «Ардра» — звезде α созвездия Орион; 7-я, «Пунарвасу» — звездам α , β созвездия Близнецов; 8-я, «Пушья» — созвездию Рак; 9-я, «Ашлеша» — созвездию Гидра; 10-я, «Магха» — части созвездия Лев; 11-я, «Пурвафалгуни» — звездам δ , θ созвездия Лев; 12-я, «Уттарافалгуни» — части созвездия Лев; 13-я, «Хаста» — части созвездия Ворон; 14-я «Читра» — звезде α созвездия Центавр; 15-я, «Свати» — звезде Арктур; 16-я, «Винакха» — созвездию Весы; 17-я, «Апурадха» — звездам δ , β , π созвездия Скорпион; 18-я, «Джйештха» — звездам α , σ , τ созвездия Скорпион; 19-я, «Мула» — звездам λ , ν , κ , ι , χ , η , ζ , μ , ϵ созвездия Скорпион; 20-я, «Пурвашадха» — части созвездия Стрелец; 21-я, «Уттарашадха» — части созвездия Стрелец; 22-я, «Правана» — звездам α , β , γ созвездия Орел; 23-я, «Джаништха» — созвездию Дельфин; 24-я, «Шатабхишадха» — звезде λ созвездия Водолей; 25-я, «Пурвабхадрапада» — звездам α , β созвездия Пегас; 26-я, «Уттарабхадрапада» — звезде γ созвездия Пегас и звезде α созвездия Андромеды; 27-я, «Ревати» — звезде ζ созвездия Рыбы.

Понятия «день» и «ночь» появились как естественные единицы времени в самых ранних литературных памятниках, например, в «Ригведе». В эту эпоху началом и концом дня считался закат Солнца. Гражданский, или естественный, день от восхода до восхода или между двумя полночьами позднее стал называться «Савапа».

В «Атхарваведе» день — светлая половина суток — делился на пять частей: удьян Сурья (восходящее Солнце), самгав (сбор коров), мадхьям-дина (полдень), апаракша (послеполуденное время), астам-ян (закат). В ведической литературе приводится следующее деление дня: 1 сутки состоят из 30 мухурта, мухурта в свою очередь делится на кшипру, этархи, идани; каждая единица меньше предыдущей в 15 раз. Таким образом, 1 мухурта = 48 минутам,

1 кшипра = 3,2 минуты, 1 этархи = 12,8 секунды, 1 ида-ли = 0,85 секунды.

Древние индийцы знали, что длина дня изменяется в зависимости от времени года; детальное и точное измерение и правила вычисления длины дня для любого времени года приведены в «Веданге-джйотиша». Здесь отмечается, что самая малая продолжительность дня в период зимнего солнцестояния составляет 12 мукхурта, а самая большая продолжительность дня в период летнего солнцестояния составляет 18 мукхурта. Согласно «Веданге-джйотиша» продолжительность года составляет 366 дней, поэтому за период времени между зимним и летним солнцестояниями в 183 дня продолжительность светлой части суток увеличилась на 6 мукхурта, т. е. ежедневно на $2/61$ части дня.

В этом же трактате дается понятие солнечного дня как $1/360$ части года. Звездный день определялся как время, необходимое созвездиям для совершения одного оборота. Лунный день, или «титхи», представляет собой 30-ю часть одного лунного месяца. «Пакша», или половина лунного месяца, содержит 15 титхи, которые названы санскритскими порядковыми числительными — пратхана (первый), двития (второй) и т. п. Первый титхи каждого пакша называется «пратипад», а последний, пятнадцатый, «пурнима» или «самавасья». В зависимости от того, является ли пакша светлой или темной.

В ведическое время индийцы чаще всего рассматривали лунный месяц как время между двумя одинаковыми фазами Луны. Так, в «Ригведе» говорится, что Луна есть «то, что создает год». Началом месяца считалось новолуние либо полнолуние.

Названия некоторых лунных месяцев произошли от соответствующих названий лунных стоянок, в которых появлялась полная Луна. Поскольку на каждый месяц приходится по две или три лунные стоянки, название месяца происходит от одной из них. Это ясно из таблицы, помещенной на стр. 243.

В ведическую эпоху имела и другая система названий месяцев в зависимости от сезонов года. Согласно «Черной Яджурведе» такие сезонные или солнечные месяцы следующие: весенние месяцы — мадху, мадхавя; летние месяцы — шукра, шучи; месяцы сезона дождей — набха,

Месяцы	Лунные стоянки	Месяцы	Лунные стоянки
Вайшакха (апрель-май)	Вайшакха Анурадха	Карттика (октябрь-ноябрь)	Криттика Рохини
Джйештха (май-июнь)	Джйештха Мула	Маргаширша (ноябрь-декабрь)	Мригаширша Ардра
Ашадха (июнь-июль)	Пурвашадха Уттарашадха	Пауша (декабрь-январь)	Пунарвасу Пушья
Шравана (июль-август)	Шравана Джаништха	Магха (январь-февраль)	Ашлеша Магха
Бхадрапада (август-сентябрь)	Шатаб- хишадж Пурвабхад- рапада Уттарабхад- рапада	Пхалгуна (февраль-март)	Пурвапхалгуна Уттарпхалгуна Хаста
Ашвини (сентябрь-октябрь)	Ревати Ашвини Бхарани	Чайтра (март-апрель)	Чайтра Свати

набхасья; осенние месяцы — иша, урджа; месяцы росы — саха, сахасья; зимние месяцы — тара, тапасья.

Упомянутые шесть сезонов сложились окончательно в поздневедический период, а в более раннее время год делился на три сезона: теплый, дождливый, холодный. Начало каждого сезона отмечалось соответствующими жертвоприношениями. Затем были добавлены еще два сезона: осень между периодом дождей и холодами, весна между холодным и теплым сезонами. Позднее был добавлен сезон росы, и их общее число возросло до шести, поэтому в различных сочинениях упоминается различное число сезонов.

Названия дней недели у индийцев, как, впрочем, и у других народов, произошли от названий светил: воскресенье — Адитья-вара (день Солнца), понедельник — Сама-вара (день Луны), вторник — Мангала-вара (день Марса), среда — Будха-вара (день Меркурия), четверг — Брихаспати-вара (день Юпитера), пятница — Шукра-вара (день Венеры), суббота — Шанайшчара-вара (день Сатурна).

В ведической литературе продолжительность года чаще всего составляла 360 дней, которые делились на 12 месяцев. Поскольку это на несколько дней меньше истинного года, необходимо ежегодно к одному или нескольким месяцам прибавлять 5 или 6 дней или через несколько лет добавлять тринадцатый, так называемый интеркаляционный месяц. Об этом ясно сказано в гимнах «Ригведы»: «Он [Варуна] знает плоды, которые производит каждый из двенадцати месяцев, а также и тринадцатый, когда он наступает».

В ведическую эпоху существовали следующие лунно-солнечные календари:

- а) звездный год продолжительностью 324 дня (состоял из 12 месяцев по 27 дней каждый);
- б) звездный год продолжительностью 351 день (состоял из 13 месяцев по 27 дней каждый);
- в) лунный год продолжительностью 354 дня (состоял из 6 месяцев по 30 дней и из 6 месяцев по 29 дней);
- г) гражданский год или год Савана продолжительностью 360 дней (состоял из 12 месяцев по 30 дней каждый);
- д) год продолжительностью 378 дней; в нем 18 дней добавлялись к третьему году после двух годов Савана по 360 дней, чтобы привести в соответствие гражданский и солнечный год из 366 дней.

Наиболее важными годами из вышеупомянутых были звездный, лунный и год Савана. Для согласования их продолжительности с солнечным годом прибавляли добавочные дни — интеркаляции. Кроме добавлений из 9, 12, 15, 18 дней в ведической литературе имеются ссылки на интеркаляционный период в 21 день, который добавлялся к каждому четвертому году Савана. Такой четырехлетний период составлял 1461 день, что давало хорошее приближение для года — $365 \frac{1}{4}$ дня. В «Тайтирия-самхита» приводятся

ссылки на год из 360 дней, к которому добавляются для жертвоприношений еще 5 дней, что еще раз подтверждает, что в ведический период индийцы были знакомы с годом продолжительностью в 365 или даже в $365 \frac{1}{4}$ дня.

Следующие сведения по индийской астрономии относятся к первым векам нашей эры. В первую очередь это классические пять сиддханта, которые на протяжении многих последующих веков изучались, комментировались, перерабатывались. Эти пять сиддханта подробно описаны и разобраны в трактате Варахамхиры «Панча-сиддхантика» [14]. Время составления всех этих сиддханта датируется III—IV вв. н. э.

Составление текста одной из них — «Пайтамахи-сиддханта» индийская традиция приписывает Брахме; она является менее точной среди всех сиддханта и содержит сведения, взятые без изменений и пересмотра из ведических сочинений.

«Вашингта-сиддханта» получила распространение в обработке Вишнучандры; Вашингта — один из семи мифических мудрецов, отождествляемых с семью звездами Большой Медведицы. Эта сиддханта более точна, чем предыдущая. Интересным является упоминание об истинном движении пяти планет — Венеры, Юпитера, Сатурна, Марса, Меркурия — и вычислении их синодических периодов. В этой сиддханта длина солнечного года составляет 365,36 дня.

Принято считать, что источником написания «Паулины-сиддханта» явились сочинения греческого астронома и астролога Павла из Александрии. В этой сиддханта содержатся различные приближенные правила определения направления, места и времени: даны простейшие способы вычисления затмений. Длина года составляет 365,2583 дня.

Название «Ромаки-сиддханта» указывает на возможные эллинистические источники влияния («Рома» — Рим).

По мнению Варахамхиры, самой точной является «Сурья-сиддханта» — сочинение, сыгравшее исключительно важную роль в истории индийской астрономии. Ее изучали крупнейшие индийские ученые — Ариабхата I

(V—VI вв.), Варахамихира (VI в.), Брахмагупта (VII в.), Бхаскара I (VII в.), Ариабхата II (X в.), Шринати (XI в.), Бхаскара II (XII в.). Эта сиддханта неоднократно комментировалась и сохранилась в нескольких редакциях. Она состоит из 14 разделов, в которых изучаются вопросы, связанные с движением и петлистым положением планет, лунными и солнечными затмениями, определением направления, места и времени, нахождением одинакового положения планет и созвездий, изучением астрономических приборов и инструментов, рассмотрением ряда географических проблем.

Одним из центральных вопросов, исследуемых в «Сурьей-сиддханте» и в других астрономических работах, является проблема «махаюги». Суть ее заключается в нахождении отрезка времени, по истечении которого небесные тела (Солнце, Луна, планеты), имеющие различные периоды обращения, займут первоначальные положения. Этот отрезок времени, составляющий по индийской традиции 4 320 000 лет, и называется «махаюга». Иногда его называют «чатурюга», т. е. «учетворенная юга» (юга равна 1 080 000 лет).

Махаюга состоит из четырех эпох: крита (золотой век) длительностью 1 728 000 лет, трета (серебряный век) длительностью 1 296 000 лет, двапара (бронзовый век) длительностью 864 000 лет, кали (железный век) длительностью 432 000 лет. Согласно индийской традиции мы живем в эру калиюга, которая началась в полночь с 17 на 18 февраля 3102 г. до н. э. Эта дата является началом одного из индийских летосчисления.

Хотя классическими являются именно пять сиддхانت, различные авторы перечисляют разные сочинения. Так, ал-Бируни [2], вместо «Пайтамахи-сиддханта» упоминает «Брахма-сиддханту» Брахмагупты; сам же Брахмагупта приводит названия двух новых сиддханта. Он пишет, что «сиддханта многочисленны, в их числе «Сурья», «Инду», «Маулини», «Ромака», «Вашинтха» и «Явана», т. е. «греческая»; несмотря на многочисленность, сиддханта отличаются только словами, но не по смыслу. И тот, кто разберется в них как следует, поймет, что они совпадают друг с другом». Никаких сведений об «Инду-сиддханте» до нас не дошло. Под «Явана-сиддхантой», видимо, подразуме-

ваются греческие работы по астрономии, которые были известны в Индии в эпоху Брахмагупты.

К астрономическим сиддхантам тесно примыкает творчество крупнейшего индийского математика и астронома Ариабхаты I. Он родился в 476 г. в Куесумануре около Паталипутры (современная Патна в Бихаре). Из двух сочинений, написанных Ариабхатой I до нас дошло лишь одно — «Ариабхатийа» [9], написанное в 499 г. Это сочинение состоит из четырех разделов: дашагитика (система обозначения чисел), ганитанада (математика), калакрийанада (определение времени и планетарные модели), голапада (небесная и земная сферы).

В астрономической части, имеющей много общего с «Сурьей-сиддхантой», Ариабхата высказал гениальную догадку: ежедневное вращение небес — только кажущееся вследствие вращения Земли вокруг своей оси. Это было чрезвычайно смелой гипотезой, которая не была принята последующими индийскими астрономами.

В конце VIII в. трактат Ариабхаты был переведен на арабский язык под названием «Зидж ал-Арджабахад»; на этот перевод ссылался ал-Бируни [2]. Через арабских ученых некоторые идеи Ариабхаты стали достоянием европейских ученых.

Ряд астрономических и математических проблем, появившихся у Ариабхаты, получил свое дальнейшее развитие в сочинениях Брахмагупты. Брахмагупта родился в 598 г. в Бхилламале (ныне Бхилмал в Раджастане), умер позднее 665 г. Его перу принадлежат два трактата: «Брахма-сикхута-сиддханта» (628 г.) и «Кхандакхадьяка» (665 г.) [12]. Оба эти сочинения наряду с математическими главами содержат большие астрономические разделы, в которых рассматриваются следующие вопросы: о форме неба и Земли, об определении времени, о затмениях Луны и Солнца, о соединении и противостоянии светил, о лунных стоянках, о среднем и правильном положении планет, о сфере, об инструментах и измерениях.

Бхаскара I был младшим современником Брахмагупты. В 629 г. он составил комментарий к трактату Ариабхаты I. Два других его сочинения — «Махабхаскарийа» («Большее сочинение Бхаскары») и «Лагхубхаскарийа» («Меньшее сочинение Бхаскары») [10] — посвящены

традиционным астрономическим и математическим проблемам его времени.

Не останавливаясь на творчестве других индийских астрономов, следует обязательно назвать имя Бхаскары II, хотя его деятельность выходит за временные рамки рассматриваемого в данной статье периода. Влияние его идей на последующих ученых огромно; еще при жизни Бхаскары были организованы специальные школы для изучения его сочинений, толкованием этих работ на протяжении многих веков занимались практически все крупные индийские астрономы и математики.

Бхаскара II (родился в 1115 г., умер позднее 1183 г.) был автором шести работ. Специально математике посвящены два трактата: «Лилавати» и «Биджаганита». Остальные сочинения посвящены астрономии, хотя и содержат отдельные математические вопросы, преимущественно тригонометрического характера.

Главное астрономическое сочинение Бхаскары II «Сиддханта-широмани» [12], написанное в 1150 г., делится на две части: «грахаганитадхьяя» («Математическая астрономия») и «Голагхьяя» («Небесная и земная сфера»). В них изучаются следующие проблемы: о средней и истинной долготе планет, о суточном движении, о солнечных и лунных затмениях, о планетных соединениях, о соединениях планет со звездами, о природе небесной и земной сфер, о космографии и географии, об экцентрико-эпициклической модели планет, о построении армиллярной сферы, о принципах сферической тригонометрии, об астрономических инструментах, описание сезонов года.

Следующей работой Бхаскары II были его комментарии, названные «Васанабхасья» или «Митаکشара», к своему трактату «Сиддханта-широмани». Трактат «Каранакутухала» Бхаскара II написал в 1183 г. Трактат состоит из 10 отделов и содержит более простые правила для решения астрономических проблем, чем правила, приведенные в его главном астрономическом сочинении.

Наконец, до нас дошли комментарии Бхаскары II к астрономическому сочинению индийского ученого Лалла (VI—VII вв.).

Одним из важнейших вопросов, которые изучает история науки, является вопрос о научных контактах между

различными цивилизациями, связях между учеными разных стран, о взаимном влиянии и взаимопроникновении идей и теорий.

В индийской астрономии и в меньшей степени в математике наряду с большим оригинальным вкладом местных ученых можно отыскать следы вавилонского и греческого влияния. Свидетельства вавилонского влияния можно найти в «Панча-сиддхантике» Варахамихиры, который заимствовал некоторые идеи теории планет и ряд числовых параметров из клинописных табличек. Так, Варахамира приводит значения синодических периодов Сатурна и Юпитера и синодической дуги Венеры, в точности совпадающие с вавилонскими. В астрологическом трактате «Явана-джатака» (III в.) употребляются вавилонские линейные методы вычисления планет.

Определенное влияние на индийскую астрономию оказала греческая наука. На это указывают, например, названия некоторых сиддхانت: «Явана» (греческая), «Ромак» (римская; имеются в виду эллинистические страны). Индийские ученые заимствовали ряд греческих астрономических терминов: липта (минута), хора (час, гороскоп), кеудра (аномалия), джйамитра (хорда). В своем астрологическом сочинении «Брихат-джатака» Варахамира приводит названия знаков зодиака, которые также заимствованы из греческого языка.

Хотя толчком для развития некоторых разделов астрономии и математики служили вавилонские и греческие идеи, индийцы не просто слепо копировали их, а подвергли значительной и совершенно независимой переработке, как в отношении общей теории, так и в отношении значений ряда числовых констант [8]. Сравнение дошедшего до нас текста «Сурьи-сиддханта», который датируется X в., с изложением этого трактата Варахамихирой в «Панча-сиддхантике» наглядно показывает, что переработка и модификация продолжалась на протяжении многих веков.

Проникновение индийских астрономических и математических идей в Китай относится ко времени распространения в Китае буддизма. В VI—VII вв. с санскрита на древнекитайский язык были переведены некоторые астрономические сиддханты; в VIII в. на древнекитайский был переведен трактат об индийском календаре. В это же

время в китайской астрономической литературе появились сведения об индийской теории планет и теории затмений.

Широкое знакомство ученых стран ислама с индийской астрономией и математикой началось во второй половине VIII в., когда на арабский язык был переведен с некоторыми сокращениями и изменениями трактат Брахмагуpty «Брахма-сикхута-сиддханта». Перевод, выполненный в виде таблиц — зиджа — с необходимыми пояснениями и рекомендациями, получил название «Большой Синдхинд», в отличие от других обработок трактата Брахмагуpty. Этот зидж был чрезвычайно популярен среди арабоязычных ученых; долгое время он был основным руководством по астрономии; когда в мусульманских странах получили дальнейшее развитие идеи Птолемея и других эллинистических ученых, и тогда традиции «Синдхинда» продолжали существовать.

Одновременно на арабский язык был переведен второй трактат Брахмагуpty «Кхандакхадьяка», получивший название «Арканд». Эта работа, хотя и уступала в своей популярности «Синдхинду», однако и она способствовала в доптолемеевский период развития арабской астрономии проникновению в среду астрономов стран ислама многих индийских представлений. Тогда же на арабском языке стали появляться оригинальные трактаты, основанные на сведениях, полученных от индийских ученых. IX век для индийско-арабских связей знаменовался усилением влияния индийской математики, тогда как астрономические связи уступают место традициям Птолемея. Крупный вклад в распространение позиционной десятичной системы счисления внес ал-Хорезми, написавший среди других произведений трактат «Об индийском счете».

Огромную роль в пропаганде индийских знаний в среде арабоязычных ученых сыграл ал-Бируни. Интересно отметить, что некоторые греческие идеи, появившиеся в трактатах Варахамихиры, через ал-Бируни стали достоянием ученых стран ислама. Обычно в работах по истории науки отмечаются непосредственные переводы на арабский язык с греческого оригинала; роль Индии, как связующего звена в двух культурах, как правило, не акцентируется.

Элементы индийской науки, содержащиеся в латинских переводах арабских зиджей, становились доступными европейцам; наиболее ранним считается латинский перевод астрономических таблиц ал-Хорезми, выполненный в XII в. в Испании. Другой незаконченный перевод этих таблиц был обнаружен в одном из колледжей Оксфорда. К XV в. относится латинский перевод анонимной арабской рукописи, которая начинается с 3102 г. до н. э. — даты, являющейся началом эры Калиюга, и где употребляется индийская форма синуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берри А., Краткая история астрономии, М.—Л., 1946.
2. Бируни Абу Райхан, Избранные произведения, том II. Индия, Ташкент, 1963.
3. Древнеиндийская философия. Начальный период, М., 1972.
4. Маклей Э., Древнейшая культура долины Инда, М., 1951.
5. Пейтебауер О., Точные науки в древности, М., 1968.
6. Паннекук А., История астрономии, Физматгиз, 1966.
7. Седеников С. И., История календаря и хронология, «Наука», 1970.
8. Юшкевич А. П., История математики в средние века, М., 1961.
9. Aryabhatta, Aryabhatiya, English transl. by W. E. Clark, Chicago, 1930.
10. Bhaskara I, Mahabhaskariya, English transl. by K. S. Shukla, Lucknow, 1960; Laghubhaskariya, English transl. by K. S. Shukla, Lucknow, 1963.
11. Bhaskara II, Siddhanta-siromani, English transl. by B. Sastri and L. Wilkinson, Bibliotheca Indica, № 32, Calcutta, 1861.
12. Brahmagupta, Khandakhadyaka, English transl. by B. Chatterjee, Calcutta, 1970.
13. Sen S. N., Astronomy, — A concise history of science in India, pp. 58—135, Delhi, 1971.
14. Varahamihira, Panca-siddhantika, English transl. by G. Thibaut and S. Dvivedi, Benares, 1889.

О КИТАЙСКОМ КАЛЕНДАРЕ

П. А. Старцев

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ КИТАЙСКОГО КАЛЕНДАРЯ

1. Зарождение календарной системы в Китае

С самых древних времен при китайском императорском дворе, а иногда и при дворах удельных князей (ванов) были специальные чиновники, на обязанности которых лежало составление календарей и наблюдение за небесными светилами. Царствующие князья и князьки часто соперничали между собой, зазывая к себе на службу наиболее известных специалистов.

Путем постоянных наблюдений китайские астрономы уже в глубокой древности установили, что картина звездного неба, если его наблюдать в одно и то же время суток изо дня в день, меняется. Одни звезды и созвездия уходят за горизонт, а другие, новые, появляются. В результате тщательных и систематических наблюдений за небесными светилами китайские астрономы подметили закономерность в появлении на небесном своде определенных звезд и созвездий и временем наступления того или иного сельскохозяйственного сезона года.

Установив эту закономерность, они в дальнейшем уже могли сказать земледельцу, что тот или иной сельскохозяйственный сезон начинается тогда, когда на горизонте появится определенная звезда или созвездие. Такие выдающиеся ориентировочные светила (по-китайски называемые «чэн») наблюдались китайскими астрономами древности в вечернее время сразу же после захода Солнца или в утреннее, перед самым восходом его.

Отметим, что египтяне пользовались гелиакическим восходом ¹⁾ самой яркой звезды на небе, Сириуса (α Большого Пса) ²⁾, для определения исходных данных своей календарной системы, а халдейские жрецы — гелиакическим восходом Канеллы (α Возничего).

У древних китайцев мы можем проследить смысл нескольких «чэн»: звезды «Дахо» (Антарес, α Скорпиона); созвездия «Цан» (Орион); созвездия «Бэй доу» — «Северный ковш» (Большая Медведица).

Эти «чэн», как явствует из китайских источников, употреблялись во времена, предшествующие Чжоуской эпохе, т. е. ранее XII в. до н. э. В известных комментариях к книге «Чуньцю», составленных в III в. до н. э., есть такая фраза: «Дахо является великим ориентировочным светилом; Цан является великим ориентировочным светилом, и «самое северное» [Большая Медведица] тоже является великим ориентировочным светилом» ³⁾.

Звезда «Дахо» издавна считалась в Китае светилом, прохождение которого через меридиан вечером сразу после захода Солнца означало середину лета (т. е. пятый месяц года по китайскому счету). Эта звезда служила «чэпом» в течение многих столетий существования Иньской династии и в конце концов стала считаться божеством — покровителем племени Инь, а позднее это светило стали обожествлять как святого небесного дракона — покровителя всей китайской нации. Постепенно за этой звездой монополизировалось название «чэн», а когда (очевидно, в конце Иньской династии) возникли символы для обозначения 12-ти месяцев, этим иероглифом «чэн» стали называть пятый месяц, означающий середину лета.

Появление на востоке вечером сразу после захода Солнца созвездия «Цан» означало середину зимы (т. е. одиннадцатый месяц по китайскому счету).

¹⁾ Восходом перед самым появлением Солнца утром на горизонте.

²⁾ Здесь и далее в скобках дается современное название звезды или созвездия.

³⁾ Марак у е в А. В., У истоков древней астрономии Дальнего Востока, Бюлл. физ.-матем. факультета Дальневосточного гос. ун-та № 1, Владивосток, 1935, стр. 42.

В III—II тысячелетиях до н. э. созвездие «Бэй доу» было ближе к северному полюсу, чем в настоящее время. Семь звезд этого созвездия представлялись древним китайцам в виде ковша, направление ручки которого после захода Солнца служило указанием времени года. В частности, отвесное положение ручки в определенный месяц принималось за знак начала нового года. Астрономические наблюдения включали в себя главным образом наблюдения за перемещением созвездия Большой Медведицы. В древнекитайских записях эпохи Си говорится: «В 1-м месяце рукоятка ковша обращена вниз, в 6-м месяце в сумерках можно увидеть, что рукоятка ковша повернута вверх» ¹⁾.

С древних времен в Китае год делился на четыре сезона. Очень важным было наблюдение акронического восхода «Огненной звезды» (Антарес). Ее восход происходил около момента весеннего равноденствия. За ее появлением на небесном своде следили астрономы и извещали жителей о наступлении весны.

Существует легенда, что император Яо приказал своим ученым составить календарь, которым могли бы пользоваться все жители страны. Для сбора сведений и производства необходимых астрономических наблюдений за Солнцем, Луной, пятью планетами и звездами в разных местах государства он послал своих четырех высших чиновников, ведавших при дворе астрономическими работами, братьев Си и братьев Хэ, в четырех направлениях: на север, юг, восток и запад. Известный русский синолог К. А. Скачков, заведовавший метеорологической и магнитной обсерваторией в Пекине с 1849 по 1857 г., пишет: «В книге «Шуцзин» глава «Йодянь» («Устав владыки Яо») в записи, описывающей период времени между 2109 и 2068 гг. до н. э., говорится: «владыка Яо приказывает своим астрономам Си и Хэ поехать на окраины страны на восток, юг, запад и север для определения по звездному небу четырех времен года, а именно весеннего и осеннего равноденствий и зимнего и летнего солнцестояний; для таковых определений в этом приказе указывается сделать наблюдения четырех звезд: «Няо» (α Гидры), «Сю» (ϵ Водолея),

¹⁾ Фань Вэнь-лань, Древняя история Китая, изд. АН СССР, М., 1958, стр. 157.



Рис. 1. Император Яо дает указания братьям Си и братьям Хэ перед отъездом их в разные страны для сбора данных по составлению календаря. (Из древней китайской легенды.)

«Хо» (п Скорпиона), «Мао» (η Тельца). Далее Яо указывает, что продолжительность года равна 366 дням и дает распоряжение пользоваться методом «вставочной тринадцатой Луны» для «правильности календаря» и даже говорит об отличительных характерах каждого из четырех времен

года, выражающихся в заботах земледельцев и в линьке и в обрастании перьями и шерстью птиц и зверей¹⁾.

Определение продолжительности сезонов, связанных с видимым движением Солнца, естественно, требовало и знания продолжительности тропического года, т. е. периода между двумя последовательными прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия.

Календарь, связанный с сезонами, определяемыми по движению Солнца, являлся солнечным календарем, он был удобен для земледельца. Продолжительность тропического года китайцы знали уже в глубокой древности. В «Юдянь» говорится: «широко известно, что три сотни дней и шесть декад и шесть дней составляют полный год»²⁾.

Вместе с тем в Китае, да, очевидно, не только в Китае, а почти у всех народов на известной стадии развития с незапамятных времен находился в употреблении календарь, связанный со счетом дней по фазам Луны.

Путем длительных наблюдений древнекитайские астрономы установили, что период от новолуния до новолуния (так называемый синодический месяц) равняется примерно $29 \frac{1}{2}$ дням.

Трудность сочетания солнечного и лунного календарей состоит в том, что продолжительность тропического года и синодического месяца несоизмеримы. Это знали в Древнем Китае из непосредственных наблюдений. Поэтому для сочетания солнечного года и лунного месяца применялся вставной месяц. В «Юдянь» сказано «четыре времени года сочетаются вставным месяцем»³⁾.

В книге «Кайюаньчжандан»⁴⁾ и в книге «Ханьцзу» — летописи династии Хань (206 г. до н. э. — 220 г. н. э.) говорится, что календарем в Китае пользовались уже в глубокой древности. В частности, имеется упоминание

¹⁾ Скачков К. А., Судьба астрономии в Китае, Журнал Министерства Народного просвещения, Май, 1874, стр. 15.

²⁾ Чжун Кэ-чжен, Вклад китайских ученых в астрономию в древние и средние века, «Природа» № 10, 1953, стр. 67.

³⁾ Чжун Кэ-чжен, там же, стр. 68.

⁴⁾ Одна из книг, описывающих историю Китая с древнейших времен до эпохи Тан (618—907 гг.). Всего в «Кайюаньчжандан» 120 статей, большинство которых посвящено описанию древних исторических событий, но наряду с этим в книге содержится много сведений по астрономии.

о шести календарях, составленных во времена полудеда-дарных императоров: Хуан-ди (2696—2597 гг. до н. э.), Чжуан-сюй (2518—2435 гг. до н. э.), в эпоху Ся (2205—1766 гг. до н. э.), а также во времена династий Шинь (1766—1050 гг. до н. э.), Чжоу (1050—247 гг. до н. э.) и во времена государства Лу¹⁾ (VII в. до н. э.).

Таким образом, можно сказать, что календарь в Китае зародился в самые древнейшие времена, вероятно, во II—III тысячелетиях до н. э.

2. Календарь Ся-сяо-чжень

В книге «Лицзы» записан календарь «Ся-сяо-чжень», который согласно китайским историческим записям является календарем эпохи Ся (XXIII—XVIII вв. до н. э.). Этот календарь устанавливает сезоны года и месяцы в соответствии с положением на небосводе того или иного созвездия, а также в соответствии с состоянием животных, птиц, насекомых, деревьев, трав и т. п.

Такой календарь был разработан для нужд земледелия и скотоводства в результате постоянных и длительных наблюдений за природой и положением светил на небе. Как видно из календаря, уже в то время небосвод был разбит на созвездия, что говорит о достаточно высоком развитии астрономической науки в ту эпоху.

Приводим краткое содержание календаря, взятое из трудов выдающегося русского китаеведа Н. Я. Вичурни (Накифа)²⁾ с некоторой переработкой.

Первый месяц. В начале ночи созвездие «Цан» бывает в середине неба; хвост Большой Медведицы обращен кверху.

В начале года земледельцы приготавливают сохи и выходят для размежевания полей; приносят жертву изобретателю сохи, для чего первый раз в году употребляют «ча» («жертвенный сосуд»). Сначала обрабатывают общественную пашню. После морозов греет Солнце и все оттаивает. Земледельцы пользуются снежной влагой. Выходит из нор полевые крысы. Орлы превращаются в сов. Дикая гуси летят

¹⁾ Государство на Шаньцзунском полуострове, известное по книге «Чуньцю» («Весна и Осень»), написанной Конфуцием.

²⁾ В и ч у р н и Н. Я. (Накиф), Ся-сяо-чжень, или земледельческий календарь китайцев, «Московский телеграф», 1830, ч. 32, № 7, стр. 263—281.

на север. Фазаны пачипают токовать. Рыба поднимается и (как бы) держит лед на спине. Выдра принимает рыбу в жертву. Пробуждаются куколки. Опушаются ивы. Кислые персики, абрикосы и боярышник расцветают. Появляется осака. Куры садятся на яйца и выводит цыплят. Срывают траву юнь (из рода чернотыльников). В это время бывает большой ветер.

Второй месяц. Земледельцы высевают просо. Отдают детей в училище. Приносят в жертву рыбу (осетров). У молодежи время свадеб. Цветет цзинь (из рода диких подсолнечников). Срывают листья фань для корма шелкопряда червям. Цветет юнь. Показываются ростки пырея; производят прополку. Ласточки выбирают место для гнезд. Насекомые кладут яйца. Снимают кожу с угрей (на бубны). Подростки агнята уже могут есть траву.

Третий месяц. В начале ночи созвездие «Цан» скрывается на западе. Молятся об урожае пшеницы, так как в этом месяце бывают небольшие засухи. Цветут тополя. Для скорейшего роста листьев приливают шелкопряда. Цветут клены. Подростают агнята. Кричат лалагу (земляные сверчки) и совы. Полевые крысы превращаются в перенелок. Рвут козью ругу (разношерстность шавеля) для употребления в пищу. Наложницы и дочери вавов начинают кормить шелкопряда червей и принимаются за дела для приготовления дворца к летнему сезону. Придворным раздают лед (для хранения продуктов).

Четвертый месяц. Показывается созвездие «Мао»¹⁾. В начале ночи «Нань-мын»²⁾ прямо. В этом месяце бывают великие засухи. Кричат кузнечики. В садах появляются спелые абрикосы. Кричат того (шкарды). Завязываются огурцы. Собирают траву молочник. Жеребят разлучают с кобылами и приучают к работе.

Пятый месяц. В начале ночи «Дахо» в середине. Вторично сеют горох, просо и красный гаолян. Варят кислые персики. Кричат стрекозы. Совы превращаются в орлов. Собирают и начинают мочить лечебную траву лань и траву ляо (для краски). Придворным раздают жеребят.

Шестой месяц. В начале ночи хвост Большой Медведицы обращен прямо вверх. Варят персики для приношения в жертву. Хищные птицы нападают на малых птиц.

Седьмой месяц. В начале ночи звезда «Чжи-прю»³⁾ прямо против востока. Перед утром хвост созвездия Большой Медведицы обращен кверху. Млечный Путь в начале ночи лежит к югу. Завязывается водяной тростник. В каналах и прудах зарождается водяная поросль. Кричат осенние кузнечики. Лисы начинают промышлять. В этом месяце идут продолжительные дожди.

¹⁾ Созвездие Тельца («Утиное гнездо», Плеяды).

²⁾ α Центавра.

³⁾ Звезда Vega (α Лиры).

Восьмой месяц. На заре вечером скрывается звезда «Дахо». Перед рассветом созвездие «Цан» в середине неба. Собирают опопи. Падают каишаны. Красные богомолы и комары оставляют пащу. Перелеты превращаются в полевых крыс. Сокольный при дворе спускает итиц.

Девятый месяц. Высевают озимую ишеницу. Отлетают ласточки и дикие гуси. Пускают огонь для выжигания вредных трав. Муравьи, медведи, барсы, соболи и хорьки уходят в норы. Воробьи, скрываясь в море, превращаются в устриц. Расцветают желтые хризантемы. Ван (великий князь) одевается в меховое платье.

Десятый месяц. В начале ночи показывается «Шань-мышь». Перед рассветом «Чжи-ноу» прямо против севера. Волки нападают на зверей и животных. Стрижи моются. Фазаны уходят в реку Хуанхэ и превращаются в большие раковины. Наступают длинные ночи.

Одиннадцатый месяц. Падают рога у оленей. Наступает время зимней охоты.

Двенадцатый месяц. Идет зимняя охота на зверей и птиц. Муравьи уходят в муравейники и убирают свои яйца.

3. Системы счета времени в Древнем Китае

Счет годов в Китае велся по эрам царствования того или иного императора. По китайским обычаям, установленным с древнейших времен, настоящее имя царствующего императора нельзя было писать или даже произносить. Вместо имени при вступлении на престол каждый император принимал какой-либо пышный псевдоним, состоящий из двух слов, например, «спокойствие и добродетель» или «становление процветания».

Под этим псевдонимом (девизом) царствующий император и был известен своим подданным. Девизы менялись не только при вступлении на царствование нового императора, но также в связи с крупными историческими событиями. Счет годов при каждой смене девизов начинался снова. Поэтому в китайских метонисях встречается большое количество эр, иногда очень коротких по продолжительности. Одновременно с этим счет годов велся по циклическим (круговым) таблицам. Точная дата введения циклических знаков неизвестна. Китайская легенда относит зарождение циклических знаков или счета времени к эпохе Хуан-ди (XXVII—XXVI вв. до н. э.). Н. Я. Бичу-

риц (Иакинф) писал: «К царствованию государя Хуан-ди относят определения весов и мер и донные употребляемых в Китае... изобретение небесной сферы (инструмента — И. С.), введение астрономических наблюдений над временами года и составление шестидесятилетнего цикла через соединение десяти ишэй (гань) с двенадцатью ветвями (чжи)»¹⁾. За начало китайского летоисчисления припят



Рис. 2. Древнекитайские циклические знаки.

2397 год до н. э. Достоверно известно, что этот способ уже применялся в период «Чуньцю» («Весна и Осень», 722—481 гг. до н. э.).

В таблице циклических знаков годы объединяются в «циклы» («круги») по 60 лет в каждом. Такой «цикл» по значению соответствовал нашему веку.

Как мы видели выше, китайский календарь был солнечно-лунным. После того как была определена длина года, следующим по продолжительности отрезком времени являлся отрезок, связанный с фазами Луны.

Двенадцать символов: цзы, чоу, инь, мао, чэнь, сы, у, вэй, шэнь, ю, сюй, хай, известные у китайцев под названием «шэнь эр чжи» («двенадцать земных ветвей») были изобретены для обозначения месяцев года. Знаки двенад-

¹⁾ Бичури Н. Я. (Иакинф), Китай, его жители, нравы, обычаи, просвещение, СПб., 1840 г., стр. 39.

от 23 часов до 1 часа ночи, знак «чоу» — с 1 до 3-х часов ночи и т. д. Знак «хай» — с 21 до 23 часов. При этом у китайцев каждый час делился на две части или половины (продолжительность каждой из которых была равна принятому у нас часу): «чу» — первая половина и «чжеп» — вторая половина. Соединение десяти «небесных пней» и «двенадцати земных ветвей» привели к образованию шестидесятиеричного цикла.

Каждый год внутри «цикла» имеет свое обозначение двумя циклическими знаками. Так, например, первый год каждого цикла имел знак «цзя-дзы», его называли год «дерева и мыши»; год 44-й имел циклические знаки «дин-вэй», его называли годом «огня и овцы» и т. д.

Для перевода современного летосчисления на китайский 60-летний цикл необходимо высчитать, на какой год нашего летосчисления приходится первый год данного цикла. Для этого нужно помнить, что началом циклических таблиц является 2397 год до н. э. Если требуется вычислить дату до начала нашей эры, то для этого из числа, обозначающего год начала, т. е. из 2397, вычитают число на единицу меньше того года, который требуется перевести на китайское летосчисление. Полученную разность делят на 60. Остаток от деления и покажет номер года по 60-летнему циклу. Для примера переведем в китайское летосчисление 722-й год до н. э.: $2397 - 721 = 1676$; $1676 : 60 = 27$ и 56 в остатке. В таблице находим, что этой цифре соответствует год «цзя-вэй» (год «овцы и земли»), который и будет искомым.

При переводе в китайское циклическое летосчисление дат позже начала нашей эры необходимо к номеру года прибавить число 2397 и полученную сумму разделить на 60. Остаток будет номером года по 60-летнему циклу. Например, пусть требуется определить, к какому году китайского цикла относится 1911 год.

$$2397 + 1911 = 4308; 4308 : 60 = 71 \text{ и в остатке } 48.$$

По циклическим таблицам находим обозначение этого года «синь-хай». Революция в Китае, происшедшая в этом году, в результате которой была свергнута монархия, называется «синьхайской».

Для перевода китайского циклического летосчисления на наше современное необходимо пользоваться специальными «Таблицами эр или девизов царствования китайских императоров и династий». Такие таблицы даются в китайско-русских словарях¹⁾. В таблицах даны в современном исчислении годы правления того или иного китайского императора.

С помощью циклических знаков обозначались также и дни, в надписях на гадательных костях такие надписи встречаются часто, но десятиеричный цикл «ип гап» для обозначения дней являлся главным. При обозначении дней всегда присутствует пероглиф, соответствующий десятиеричной системе и не всегда — пероглиф, соответствующий двенадцатеричной системе. Хотя точная дата введения шестидесятиеричного цикла неизвестна, но любопытно отметить, что среди имен правителей династии Ся часто встречаются пероглифы, входящие в циклические знаки, например в именах Инь Цзя, Кун Цзя, Ли Гуи. На основании анализа имеющихся материалов, относящихся к глубокой древности, китайские историки пришли к выводу, что в эпоху Ся «уровень знаний о земледелии вырос, были установлены сезоны сельскохозяйственного года, а также система десятиеричного и двенадцатеричного циклов летосчисления»²⁾.

По свидетельству Чэнь Цзунь-гуя, в Пекинском университете хранятся кости животных и панцири черепах с вырезанными на них циклическими знаками 60-летнего цикла. В этих древних таблицах, относящихся к эпохе Шань-Инь, имеется шесть рядов, в каждом из которых по десять различных знаков десятиеричного и двенадцатеричного циклов. Знаки вырезаны очень аккуратно и красиво³⁾.

На костях год обозначен пероглифом «сы». Согласно исследованиям надписей на гадательных костях инцы в ранний период до У-и (1198—1191 гг. до н. э.) в летосчи-

¹⁾ Например, Китайско-русский словарь под редакцией И. М. Ошанина, Над-во иностранных и национальных словарей, М., 1952.

²⁾ Фань Вэнь-лао, Древняя история Китая, стр. 44.

³⁾ Чэнь Цзунь-гуй, История астрономии Китая, Шанхай, 1955, стр. 19 (на кит. языке).

слении употребляли названия «шянь» — год или «суй». В более поздний период, в эпоху Цин (1191—1194 гг. до н. э.) для обозначения годов стали употреблять иероглифы «сы»¹⁾, а в эпоху Чжоу год стали обозначать опять «шянь».

Китайский археолог Ма Хэн установил интересную зависимость, а именно, что даты в эпоху Инь записывались в следующем порядке: день — месяц — год, а даты в эпоху Чжоу записывались в обратном порядке: год — месяц — декада²⁾. Эти данные помогают в определении правильных дат археологических находок.

В книге «Шичзи» («Исторические записки») Сыма Цяня говорится, что для счета времени уже в период «Чуньцю» применялись «Таблицы циклических знаков». Первоначально эти таблицы применялись только для счета дней. С глубокой древности в Китае существовал регулярно повторяющийся 60-дневный цикл, в котором каждый день имел особое название, состоявшее из сочетания двух циклических знаков. Точное исчисление этих циклов было делом величайшей важности, ибо от этого зависело своевременное начало сельскохозяйственных работ, приношение жертв в честь усопших предков. Позже, примерно в эпоху Хань, по этому же принципу и с применением тех же циклических знаков в Китае стали считать года³⁾.

II. Усовершенствование календаря в древнем Китае

1. Календарь эпохи Шан-Инь (1766—1050 гг. до н. э.)

В эпоху Шан-Инь в Китае существовал уже довольно усовершенствованный солнечно-лунный календарь. О существовании такого календаря говорят надписи на лопаточных костях животных и панцирях черепах, относя-

¹⁾ Ян Юн-го, История древнекитайской идеологии, ЦМ, М., 1957, стр. 36.

²⁾ Крюков М. В., Формы социальной организации древних китайцев, «Наука», 1967, стр. 29.

³⁾ Васильев Л. С., Народные огниопения и община в Древнем Китае, Изд-во восточной литературы, М., 1961, стр. 221.

щихся к XV—XII вв. до н. э. Древние китайские астрономы пытались сочетать продолжительность солнечного (тропического) года с периодами, связанными с фазами Луны. Из надписей на костях этой эпохи мы узнаем, что у китайцев в году было 12 месяцев, а в високосном году 13, 14 и даже 15 месяцев. Месяцы были большие (по 30 дней) и маленькие (по 29 дней), а также вставные (добавочные), которые иногда длились всего несколько дней. Такой разноречивой в продолжительности года и неопределенности со вставным месяцем говорит о том, что инцы еще не знали точно периодов, которые могли бы согласовать длину солнечного тропического года и лунного месяца.

Развитие земледелия, являвшегося основным занятием жителей Древнего Китая, служило стимулом к дальнейшему усовершенствованию астрономии. Инцы делили год на сельскохозяйственные сезоны. В главе «Хунфань» книги «Шучзи» говорится: «если год, месяц, день и час не изменяются, т. е. сезоны сельскохозяйственного года наступают вовремя, то и хлеба созревают (дают урожай)»¹⁾. Об этом же пишет Чжу Кэ-чжен: «Ежегодная смена четырех времен года стала играть решающую роль при выборе правильных сроков сева и уборки урожая сельскохозяйственных культур. Успех земледелия зависел от овладения закономерностями смены времен года»²⁾.

Скотоводство занимало в эпоху Шан-Инь также видное место в хозяйстве древних жителей.

Ремесла в эту эпоху достигли высокого уровня развития, а различные изделия отличались большим совершенством. Известно, что в то время «выделывались изящные керамические изделия, всевозможные изделия из дерева, искусственные бронзовые орудия, шелковые ткани и др.»³⁾.

В феодальном Китае уже в ту отдаленную от нас эпоху из числа обедневшей аристократии постепенно возникла прослойка, состоящая из придворных писцов, жрецов,

¹⁾ Фань Вэнь-лань, Древняя история Китая, стр. 50.

²⁾ Чжу Кэ-чжен, Вклад китайских ученых в астрономию в древние и средние века, «Природа», № 10, 1953, стр. 66—67.

³⁾ Ян Юн-го, История древнекитайской идеологии, стр. 13.

знатоков и толкователей древних книг и легенд, а также различных советников по всевозможным вопросам.

Среди них выделялись две группы: «у» (жрецы, знахари) и «ши» (ученые). «У» умели излечивать болезни и развлекать своих хозяев. «Ши» — это серьезные ученые мужи, хорошо знавшие историю, наблюдавшие небесные явления, ведавшие летоисчислением государства и проводившие гадания на черепаших панцирях и лопаточных костях животных.

В надписях на гадательных костях того времени мы находим, в частности, записи о солнечных и лунных затмениях. Среди записей упоминаются созвездия «Огненные звезды» (Скорпион), «Птичьи гнезда» (Гидра). На тех же костях находим записи о наблюдениях погоды: о дожде, ветре, уровне воды в реках, т. е. о тех явлениях, которые оказывали существенное значение на выращивание урожая. Заметим, что в Китае метеорологические наблюдения с древних времен выполнялись астрономами.

При записях о тех или иных событиях дата китайскими учеными обозначалась путем указания дня, декады, месяца и года. При этом использовалась система «ганьчжи» — система десятичного и двенадцатичного циклов «иней» и «ветвей». Метод записи дат по декадам состоял в том, что период от «цзя» до «чуй» включительно считали за 10 дней. На гадательных костях Иньской эпохи встречается иероглиф «сюнь», обозначающий декаду. Шесть декад составляли полный цикл — 60 дней. В эпоху Шан-Инь количество дней было прочно связано с декадой и счет дней по шестидесятичному циклу был основным. Вместе с тем существовал и отрезок времени — месяц, связанный с фазами Луны; продолжительность месяца определялась путем непосредственных наблюдений, моментов полнолуний и новолуний (моментов появления первого серпа Луны).

В конце эпохи Инь (начало второго тысячелетия до н. э.) при составлении календаря было принято, что начало года по солнечному календарю должно быть до первого месяца весны; поэтому оно было отнесено на один месяц назад. За первый месяц нового года был принят двенадцатый месяц старого года. Заметим, что к этому времени уже более четко определились сельскохозяйственные сезо-

ны года. «Календарь эпохи Шань-Инь был более современным, чем календарь эпохи Ся»¹⁾.

Из надписей на гадательных костях, относящихся к этой эпохе, можно установить, что циклические системы счета времени выдерживались очень строго.

Середину лета в эпоху Шань-Инь определяли по моменту прохождения через меридиан звезды Дахо сразу же после заката Солнца, а середину зимы по созвездию Цан, появившемуся на восточном небе сразу после захода Солнца.

С помощью каких же инструментов и приборов производили в то время наблюдения китайские астрономы?

Для определения истинного положения полюса и колюра солнцестояний, а также для определения положения экваториальных созвездий, т. е. для получения необходимых данных о продолжительности солнечного года в целом и отдельных сельскохозяйственных сезонов, уже в XII в. до н. э. в Китае применялся зазубренный по краям диск из нефрита, названный современными исследователями «некало околополярных созвездий»²⁾, которое при наблюдениях устанавливалось (подвешивалось) перпендикулярно к направлению на северный полюс.

Некоторые из современных европейских исследователей относят к древнейшим астрономическим приборам «пи» (обозначает символ неба) и «тоюнг» (символ Земли) — нефритовые ритуальные изделия. «Пи» — диск толщиной от нескольких сантиметров до нескольких дециметров с отверстием посередине. «Тоюнг» — полая трубка (снаружи имеет четырехугольное сечение) с выступами на концах. Если одеть «пи» на «тоюнг», то получается прибор для наблюдения близполюсных звезд. Предполагается, что с помощью такого прибора определяли моменты солнцестояний, а также время суток. В настоящее время в музеях различных стран сохранилось несколько экземпляров таких приборов. Древнейшие из них относятся к XII—XIII вв. до н. э.³⁾

¹⁾ Фань Вань-лань, Древняя история Китая, стр. 46.

²⁾ Needham Joseph, Astronomy in classical China. Quart. J. Roy. Astron. Soc. 3, № 2, 1962, s. 88.

³⁾ Michel Henri, Encore un tude astronomique inconnu: le tou-kue, Ciel et Terre 78, № 3, 1962, s. 109.

Усиленное наблюдение небесных светил способствовало накоплению фактического материала о их движении и тем самым позволяло развивать астрономию как науку, которая давала обоснование существовавшей в то время календарной системе.

2. Календарь эпохи Чжоу (1050—247 гг. до н. э.)

В эпоху Чжоу шло довольно быстрое развитие производительных сил. Основным занятием являлось, так же как и в эпоху Шань-Шинь, земледелие. Строились каналы и рылись колодцы для полива полей.

В надписях на костях животных тех времен встречается иероглиф весны «чунь», обозначающий, что трава и деревья растут; иероглиф лета «ся», обозначающий, что трава и деревья растут и зеленеют; иероглиф осени «цю», обозначающий, что плоды поспели и их можно убирать; и иероглиф зимы «дун», обозначающий, что хлеб собран и находится в амбаре.

В конце эпохи Чжоу в период «Чжаньго» («Борющиеся царства») широкое распространение получило железо.

«Такие сельскохозяйственные орудия, как соха, серп, коса и мотыга и др. изготовлялись из железа. Из него делались плотничьи инструменты (топоры, пилы, сверла, долота), орудия женского труда (шпилья, иголки). Кроме сельскохозяйственных и ремесленных изделий, из железа начали делать предметы военного обихода, например, кольчуги, булавы, пики. В некоторых районах уже умели плавить сталь¹⁾».

Ремесла и торговля получили дальнейшее развитие. В главе «Каогуцзи» книги «Чжоули» говорится, что мастера по дереву делились на семь категорий, мастера по металлу — на шесть, кожевники и рисовальщики — на пять, шлифовальщики и ювелиры — на пять, гончары — на две категории²⁾.

Изделия из бронзы и нефрита достигли высокого совершенства и получили широкое распространение. На бронзовых ритуальных сосудах, как уже об этом говорилось выше, часто делались надписи с указанием даты. Так,

на сосуде, имеющем название «треножник Юн Гуна», сохранившемся до наших дней, имеется надпись, в которой говорится о «второй половине 14-го месяца и времени суток «шень-у».

Письменность в Китае возникла в глубокой древности. При археологических раскопках находят иероглифические письма, относящиеся к XV в. до н. э. До III в. до н. э. писали тушью заостренной палочкой на бамбуковых и деревянных дощечках, а затем на шелке и от палочки перешли к волосной кисти. Во II в. до н. э. в Китае был изобретен способ изготовления бумаги из древесной коры, хлопка и тряпья.

Астрономы вели неустанные наблюдения за небесными светилами и разрабатывали мероприятия по усовершенствованию календаря. В частности, в «Чжоули» говорится о чиновниках Бао Чжан-ши и Фан Сян-ши, на обязанности которых лежало наблюдение моментов восхода и захода звезд, Солнца, Луны, наблюдения за планетами, а также наблюдения метеоров, комет и других явлений.

В Древнем Китае считали, что все явления на Земле управляются небом, что все области человеческой деятельности и все явления природы находятся под руководством небесных светил, что есть звезды, которые управляют погодой и т. п. Император считался «сыном неба». Небо могло выражать одобрение и неодобрение господствующей династии через различные природные явления. Если в течение года равномерно распределялись осадки, количество ясных дней достаточно для выращивания хорошего урожая, то считалось, что владыка неба Шан-ди доволен царствующим домом и одобряет его действия и политику. Если в году происходили засухи, наводнения, эпидемии или необычные небесные явления в виде затмения Солнца, появления комет, то это означало, что небо гневается и выражает недовольство господствующей династии. Поэтому предсказать те или иные небесные явления или факторы, влияющие на выращивание урожая и благоприятно истолковать их в интересах правящей династии являлось первейшей обязанностью древних китайских астрономов. Прежде чем взяться за какое-либо дело, любой крупный или мелкий ван да и сам «сын неба» — император должны были предварительно посоветоваться с небом, узнать

¹⁾ Фань Вань-лань, Древняя история Китая, стр. 216.

²⁾ Там же, стр. 220.

волю духов. В главе «Хуифань» книги «Шаншу» говорится: «если у тебя (вана) большое и трудное дело, то сначала подумай сам, потом посоветуйся с цинши (высшая аристократия), посоветуйся с шуминь и обратись к гадающим на бирках и черепашьих панцирях»¹⁾. Гадание было важным элементом в жизни древних китайцев. Древние китайские астрономы разделили звезды на небесном своде на созвездия и дали им названия. Главным участком неба в Китае считалась область северных околополюсных созвездий, так как Китай считался центром Земли «средней империей», а она соответствовала полюсу как середине неба. В эпоху Чжоу группа околополюсных звезд носила название «Дворец», а отдельные звезды носили имена придворных сановников. В «Пурпурном дворце» самая яркая звезда (β Малой Медведицы), называлась «Небесный император», вторая по блеску звезда (γ Малой Медведицы) — «Последник трона», одна из звезд — «Императрица», а очень слабая звезда — «Ось неба»²⁾.

В V—III вв. до н. э. китайская астрономия начинает бурно развиваться, в IV в. до н. э. в Китае появились новые астрономические приборы для определения координат небесных светил — армиллярные кольца. В книге «Чжоули» имеется упоминание о «служителе, который ухаживал за водяными часами».

В период «Чжаньго» (403—221 гг. до н. э.) два китайских ученых, Гань Гуи из государства Чу³⁾ и Ши Шэнь из государства Вэй⁴⁾, дали в своих трудах (Гань Гуи написал книгу «Синьчжань» — «Гадание по звездам», а Ши Шэнь — книгу «Тянь-вэнь» — «Астрономия») сведения о 800 звездах. Оригиналы каталогов не дошли до наших дней, но о них говорилось в различных летописях. В начале нашего века японскому астроному-историку Синдзо удалось открыть выдержки из каталогов

¹⁾ Фань Вэнь-лань. Древняя история Китая, стр. 63.

²⁾ Паниекук А. История астрономии, «Наука», 1966, М., стр. 98.

³⁾ Государство Чу, одно из крупных княжеств эпохи «Борющихся царств», занимало юго-восточную часть Китая (современные провинции Цзянсу, Цзянси и Чжэнцзян).

⁴⁾ Государство Вэй — также одно из семи крупных княжеств. Оно занимало часть территории современных провинций Хунань, Шаньси, Шэньси.

Гань Гуна и Ши Шэня, разбросанные в качестве цитат по ряду книг раннего периода Танской династии (VII в.), а также в одной книге, добытой в Дуньхуанских пещерах в провинции Ганьсу¹⁾. На основании этих отрывков Син-

дзо восстановил часть каталога, содержащую координаты 120 звезд. На основе анализа взаимного положения звезд, приведенных в каталоге, и вы-

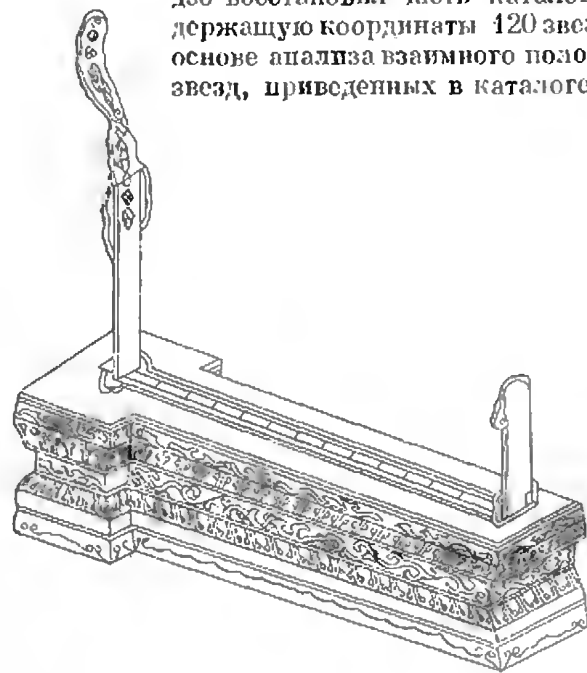


Рис. 3. Гномон.

числения явления предвращения равноденствия Синдзо удалось определить примерную дату наблюдений звезд, внесенных в каталог: 360—350 гг. до н. э.

Древнейшим звездным каталогом на Западе являлся каталог Птолемея, содержащий 1020 звезд по наблюдениям Гиппарха во II в. до н. э. Каталог Гань Гуна и Ши Шэня не ниже по качеству этого каталога.

¹⁾ Дуньхуанские пещеры находятся на западе провинции Ганьсу, в них расположен знаменитый буддийский монастырь Цзяньфодун с настенными росписями и значительным количеством старинных буддийских книг.

В VII в. до н. э. в Китае уже употреблялся гномон, с помощью которого измерялась длина солнечной тени. О применении гномона говорится в сочинении «Чжоуби суань цзинь». Производя наблюдения с гномоном, древнекитайские астрономы установили, что его тень от Солнца в полдень зимнего солнцестояния не равна тени в полдень дня зимнего солнцестояния прошлого года. Вводя непрерывные наблюдения в течение нескольких лет подряд, они обнаружили, что равенство тени гномона наступает через промежуток времени, исчисляемый в 1461 сутки. Отсюда получили продолжительность года $1461 : 4 = 365 \frac{1}{4}$ суток.

Введение гномона улучшило календарную систему и позволило более точно определить продолжительность как солнечного года, так и сельскохозяйственных сезонов.

О существовании и точности китайского календаря тех времен мы можем судить по датам, приведенным в упоминавшейся выше хронологической записи «Чуньцю» («Весна и Осень»), представляющую собой систематизированную летопись удела Лу, охватывающую правление 12 князей и период в 242 года, начиная с 1-го года правления князя Ингуи или с 722 г. до н. э. по 4 год правления князя Айгуи, т. е. до 481 г. до н. э. Даты в летописи даны в годах, месяцах и днях. Счет годов идет по эрам царствования князей, месяцы связаны с фазами Луны и идут в году по порядку от 1-го до 12-го, в некоторых годах имеется 13-й вставной месяц. Счет дней велся по шестидесятиричной системе, совершенно независимо от счета годов и месяцев. Нигде не сказано, на основании каких правил или расчетов вводился добавочный 13-й месяц и не указывается о совмещении начала шестидесятиричного цикла с первым числом месяца.

В летописи «Чуньцю» имеются записи о 37 солнечных затмениях, из них 33 подтверждены Чжу Вэнь-синем¹⁾, сравнившим эти записи с таблицами в «Канонах затмений» Опольдера²⁾. В летописи имеются также записи дней

на 389 лет, приведенных в шестидесятиричной системе счета дней. Синдзо принял как истинные даты зарегистрированных в «Чуньцю» солнечных затмений и среди них расположил даты записей дней по шестидесятиричной системе и тем самым папал возможность раскрыть закономерность вставки дополнительного месяца, т. е. существовавшую тогда календарную систему.

В результате проведенной работы Синдзо нашел, что начиная со второй половины периода «Весна и Осень» добавочный месяц появляется регулярно по правилу «семь вставных месяцев в 19 лет», причем вставка месяца производилась так, чтобы первый месяц года включал в себя зимнее солнцестояние.

В период с 722 г. до н. э. до середины VII в. до н. э. начало года в Китае было, очевидно, на месяц позже, а с середины VII в. до н. э. примерно до 600 г. до н. э. наблюдается переходный период, в течение которого было заметное разнообразие в выборе начала года.

На основании этого можно сделать заключение, что в середине эпохи «Чуньцю» была проведена календарная реформа, узаконившая правило «семь вставных месяцев в 19 лет». Как известно, в Европе в 432 г. до н. э. Метоном был открыт цикл: «235 лунных лет (6940 дней) соответствуют 19 солнечным годам». Китайские ученые открыли этот цикл раньше.

В период «Борющихся царств» в Китае был принят календарь «Чжуаньсюй ли», в котором тоже соблюдалось правило «семь дополнительных месяцев в 19 лет».

Год в этом календаре был принят равным 365,25 дней, длина сидерического месяца 29,53085 дней, таким образом, получалось равенство:

$$29,53085 \times 235 = 365,25 \times 19.$$

В календарной системе «Чжуаньсюй ли» год начинался с зимнего солнцестояния, месяц — с новолуния, сутки — с утренней зари.

Месяц делился на четыре части: «чуцзи» с 1-го до 7—8 числа, «цзишэньба» — от 8—9 до 14—15 числа, «цзиван» — от 15—16 до 22—23 числа и «цзисыба» — от 22—23 до последнего дня лунного месяца.

¹⁾ Ч ж у В э п ь - с и н ь, Солнечные затмения в истории Китая, Коммерческое изд-во, Шанхай, 1934 г. (на кит. языке).

²⁾ Опольдер Теодор (1841—1886), уроженец г. Прага, крупнейший астроном, написавший много трудов, в том числе «Канон затмений», в котором вычислены даты 8000 солнечных и 5200 лунных затмений на период с 1207 г. до н. э. до 2161 г. н. э.

В 366 году до н. э. поволуние совпало с восходом Солнца и первым днем «Цзя-цзы» по циклическим таблицам и этот год был принят за начальный при введении календарной системы «Чжуаньской ли».

О высоком уровне развития астрономии в эпоху Чжоу свидетельствуют результаты исследований, приведенных китайскими учеными в более поздние времена. Известный китайский ученый Гу-Янь-у, живший в XVII в., в книге «Собрание различных замечаний» писал, что во времена династии Чжоу (около 700 г. до н. э.), каждый человек имел кое-какие познания в астрономии. Чжу Кэ-чжен пишет, что в то времена все простые люди, солдаты и крестьяне и даже дети, знали названия и могли найти на небесном своде наиболее яркие звезды, такие, как Вега, Антарес, Альтаир и созвездия Гидры, Орiona¹⁾.

3. Первая великая реформа древнекитайского календаря

К началу нашей эры астрономия в Китае достигла довольно высокого уровня развития. К 221 г. до н. э. государство Цинь победило все другие государства, находившиеся на территории Древнего Китая. Было введено новое административное деление. На реках и морях строились порты, страна покрылась сетью дорог. Росла торговля, развивалось ремесло и сельское хозяйство. Совершенствовались изделия из железа. На территории всего государства вводятся единообразное письмо; до этого в разных частях страны писали по-разному. При династии Хань, сменившей династию Цинь в III в. до н. э., Китай становится могущественным государством. К этому времени относится изобретение машины для подъема воды при поливе полей. В большом объеме разворачивается строительство дамб и плотин на реках, а также строительство храмов и дворцов. При выполнении всех этих работ нужно было производить математические расчеты. Китайцы уже знали свойства прямоугольного треугольника, соотношения между диаметром и длиной окружности. В самом

начале новой эры в Китае была написана книга «Математика в девяти книгах»¹⁾. Авторами книги являются Чжан Цан, живший в первой половине II в. до н. э. и Цзин Чоу-чан, живший в I в. до н. э. Они обработали и систематизировали материалы китайских математиков более раннего периода.

В этой книге дается способ решения любой системы линейных уравнений; впервые в науке введены отрицательные числа и даны правила действий над ними (сложение и вычитание). К этому времени в Китае были известны правила возведения в квадрат и куб двучлена и на основе этого даны методы извлечения квадратного и кубического корней из чисел.

Используя достижения математики, астрономы производили обработку своих наблюдений над небесными светилами и вычисляли периоды и пути видимых движений Луны, Солнца, планет, а также координаты звезд.

Из древних китайских источников известно, что в конце династии Цинь (246—207 гг. до н. э.) и начале династии Хань (206 г. до н. э.—220 г. н. э.) в Китае применялся уже известный нам календарь «Чжуаньской ли» — один из шести древнейших календарей. При династии Цинь каждый новый год начинался с нового лунного месяца; получающиеся при этом остатки постепенно накапливались и по распоряжению придворных астрономов в некоторые года вставлялся добавочный (тринадцатый) месяц, но он шел не после двенадцатого, а после шестого месяца в году.

О существовании в то время развитой и довольно точной календарной системы в Китае говорит изречение известного китайского философа Мэн-цзы (372—289 гг. до н. э.), приведенное в его книге: «хотя небо высоко и звезды далеки, но исследуя их проявления, мы можем, сидя у себя дома, определить, в какой день тысячу лет тому назад было солнцестояние»²⁾.

К началу эпохи Хань китайские астрономы, производя непрерывные наблюдения, довольно точно определили периоды обращения пяти планет.

¹⁾ Русский перевод см.: Историко-математические исследования, вып. X, М., 1957.

²⁾ Понев Н. С., Китайский философ Мэн-цзы, Сиб., 1904, стр. 150.

¹⁾ Чжу Кэ-чжен, Вклад китайских ученых в астрономию в древние и средние века, «Природа», № 10, 1953, стр. 68.

В 365 г. до н. э. в Китае была сделана попытка ввести календарь «Эфенинэцигэ», летоисчисления в котором велось по двенадцатеричной системе. Но счет времени по этому календарю не был связан с явлениями природы, важными для сельскохозяйственных работ, и календарь не был принят.

К началу новой эры китайские ученые для выполнения астрономических работ изобрели целый ряд приборов и инструментов. Известно, что к тому времени в Китае уже широко пользовались солнечными часами. Во время раскопок в провинции Гучжоу были обнаружены нефритовые солнечные часы, согласно надписям изготовленные в III в. до н. э.¹⁾

В книге «Шинци» имеется запись о том, что во времена династии Хань при императорском дворе был специальный чиновник «синху», на обязанности которого лежала охрана и присмотр за водяными часами.

Во времена императора У-ди (140—87 гг. до н. э.) астроном Ло Ся-хун изготовил вращающийся глобус с нанесенными на нем небесными светилами. Над поверхностью глобуса были установлены металлические дуги, обозначающие меридианы и экватор. С помощью глобуса можно было определить восход и заход звезд и Солнца в любой день года для данного места наблюдения, а также моменты прохождения звезд через меридиан.

Для наблюдения звезд, планет и других небесных светил применялись армиллярные кольца. Так, например, Ло Ся-хун изготовил армиллу, состоящую из двух колец — экваториального и меридианного.

Любопытно, что круги астрономических приборов в Китае делились не на 360° , а на $365\frac{1}{4}^\circ$ (по числу дней в году). Один китайский градус дуги равен $0,98646$ принятого у нас градуса, или $59'11'',266$. Китайский градус делился на 100 минут. Такое деление окружности в Китае существовало почти до наших дней.

В первом веке до нашей эры высоту Солнца китайские астрономы определяли по длине тени 8-футового бамбуко-

¹⁾ Лю Сянь-чжоу. Об изобретении в Китае приборов для измерения времени, «Вопросы истории естествознания и техники», № 4, 1957, стр. 107.

вого песта, «теневого столба»; в момент летнего солнцестояния она составляла $15,8$ дюйма, в момент зимнего солнцестояния $131,4$ дюйма. Эти данные соответствуют высотам Солнца в $78^\circ,8$ и $31^\circ,4$, откуда получается наклон эклиптики, равный $23^\circ,7$, высота полюса $34^\circ,9$; это указывает на то, что наблюдения проводились в Хуани¹⁾.

В 104 г. до н. э. в Китае была созвана обширная конференция астрономов, посвященная вопросу улучшения действовавшей в то время календарной системы «Чжуаньской ли». Дело в том, что указанная система расходилась с астрономическими явлениями; например, солнечные затмения происходили раньше моментов, предвычисленных по календарю «Чжуаньской ли». Решено было разработать и ввести новую календарную систему. В разработке ее приняли участие выдающиеся ученые того времени Ло Ся-хун, Дэн Пил, У Суй, Гун Шен-цзи и знаменитый китайский историк и астроном Сыма Цянь, автор книги «Шинци» («Исторические записки»).

Перед этим Сыма Цянь опубликовал астрономическую работу, дававшую возможность определить более точно движение Луны.

Астроном Ло Ся-хун с помощью изобретенной им армиллы и водяных часов вел наблюдения звезд и планет в моменты их кульминации (прохождения через меридиан). Он также определил взаимное положение по долготе 28 созвездий Китайского Зодиака и установил регулярность в движении планет.

После оживленной дискуссии на конференции была принята официальная календарная система «Тайчу ли», названная так в честь императора Тай-чу.

Следует сказать, что если календари эпох Инь и Чжоу давали только сведения о том, какой день следует считать началом года, как распределяются дни по месяцам, каким образом вставляется добавочный месяц или день, то календарь «Тайчу ли» помимо указанных сведений содержал данные о продолжительности года и отдельных сельскохозяйственных сезонов, о моментах поворота и полноты, о продолжительности каждого месяца в году, о моментах затмений Луны, сведения о пяти планетах.

¹⁾ Ианнекук А. История астрономии, стр. 100.

Были вычислены и моменты затмений Солнца, но так как люди в древности боялись этого явления, то данные о затмении Солнца в текст календаря, который получил распространение, не были включены.

В календаре были указаны также «удачные» дни, когда небесные светила, по мнению астрономов, были расположены благоприятно для свершения или начала тех или иных дел.

В конце календаря была помещена статья, обосновывающая начало счета времени.

Календарь «Тайчу ли» был первой официальной календарной системой, принятой китайским правительством; содержание календаря внесено в династийную летопись династии Хань ¹⁾ и сохранилось до наших дней. Все последующие системы составлялись аналогично «Тайчу ли» и введение каждой новой системы проводилось торжественно, как изменение старой системы. Особенно важно отметить, что по образцу «Тайчу ли» тексты последующих календарных систем помещались в китайских династийных историях.

Чтобы привести старую календарную систему в соответствие с новой, к 104 г. до н. э. решено было сразу добавить три лунных месяца и тем самым перевести начало года с октября на январь.

При расчетах, выполнявшихся для обоснования календаря, продолжительность лунного месяца была принята равной $29\frac{43}{81}$ дней.

В старых календарях продолжительность лунного месяца принимали равной $29\frac{499}{940}$ дней. При вычислении нового календаря ученый Дэн Пин пытался упростить дробную часть; Дэн Пин взял две дроби $\frac{17}{32}$ и $\frac{26}{49}$, одну больше, чем $\frac{499}{940}$, а другую меньше, сложил числители

¹⁾ Книга «Ханьшулицизи», автором которой является Лю Ан (Цзы Чжун), астроном и математик, служивший при дворах императоров Ай-ди (годы правления 6—1 гг. до н. э.) и Ван Маня (9—23 гг. н. э.)

и знаменатели этих дробей и взял продолжительность лунного месяца равной $29\frac{43}{81}$.

Продолжительность года Дэн Пин получил из следующих расчетов. Он считал 19-летний цикл точным и брал его в качестве исходной величины. Количество суток в 19-летнем цикле получалось равным $29\frac{43}{81} \times 235 = 6939,7530$. Отсюда выводилась продолжительность года $\frac{6939,7530}{19} = 365\frac{385}{1539} = 365,2502$ суток.

Далее шли следующие периоды:

$$1 \text{ год} = 12\frac{7}{19} \text{ месяца} = 365,2502 \text{ суток};$$

$$1 \text{ цан} = 19 \text{ лет} = 235 \text{ месяцев};$$

$$1 \text{ туи} = 81 \text{ цан} = 1539 \text{ лет};$$

$$1 \text{ юань} = 3 \text{ туи} = 4617 \text{ лет}.$$

По истечении 12 месяцев начинался новый год, а дробная часть $\frac{7}{19}$ месяца запоминалась астрономам. По прошествии трех лет образовывалась дробная часть, равная $\frac{7}{19} \times 3 = \frac{21}{19} = 1\frac{2}{19}$ месяца. Тогда после зимнего солнцестояния вставляли добавочный месяц, а остаток $\frac{2}{19}$ запоминали до тех пор, пока не образуется из остатков целый месяц.

Таким образом, в каждом 19-летнем цикле годами со вставными месяцами были: 3, 6, 9, 11, 14, 17, 19.

Время вставки добавочного месяца специально определялось китайскими астрономами. При этом должны были соблюдаться следующие условия: зимнее солнцестояние всегда должно падать на 11-ю луну, летнее — на 5-ю, осеннее равноденствие — на 9-ю и весеннее — на 2-ю; при этом мог удваиваться только тот месяц, в течение которого Солнце переходит из одного зодиакального знака в другой. Месяцы 11-й, 12-й и 1-й никогда не удваивались.

¹⁾ После смерти императора Тай-чу название календаря было изменено на «Саньтунский». По-китайски цифра «три» читается «сань», отсюда и название календаря.

Большое внимание китайские астрономы древности обращали на начало счета времени. В 12-м месяце года, предшествовавшего 104 г. до н. э., новолуние приходилось в полночь на день зимнего солнцестояния и в день начала счета времени по «Таблицам циклических знаков».

В книге «Хань шу» («Летопись династии Хань») в разделе «Люичжэ» есть запись: «Солнце и Луна находятся по соседству, а пять планет окаймляют их подобно нитке жемчуга». В комментариях к «Хань шу» говорится, что в годы правления Тай-чу в полночь начала 60-летнего цикла все семь светил (Солнце, Луна и планеты: Юпитер, Сатурн, Венера, Марс, Меркурий) собирались на небе между созвездиями Большой Медведицы и Волосаса (современные названия). Солнце и Луна к исходу ночи были подобны «янмовым допечкам», окруженным нитью жемчуга (планетами). Поэтому конференция астрономов, происходившая в 104 г. до н. э., приняла этот день за начало календарной системы «Тайчу ли».

Но, как известно, кроме указанных условий, также требовалось, чтобы в день начала счета времени все пять планет были видны одновременно в одной стороне неба. Древнекитайские астрономы вычислили, что для осуществления данного требования должен быть установлен период в 5120 юаней, или 23 639 040 лет. Начало этого периода называли «тайцзишанюань». Было подсчитано, что к моменту введения нового календаря (т. е. к 104 г. до н. э.) с начала этого периода прошло 143 127 лет. Все эти расчеты говорят о довольно высоком уровне вычислений в древней китайской астрономии.

При вычислении затмений в «Тайчу ли» был принят период в 135 лунных месяцев, в то время как на Западе был известен цикл в 223 месяца («халдейский сарос»).

Китайцы предполагали, что 23 прохождения Солнца через узлы равны 135 синодическим периодам, т. е. что Солнце снова проходит через узел, теперь уже другой, спустя

$$\frac{135}{23} \times 29 \frac{43}{81} = 173 \frac{1}{2} \text{ дня.}$$

Это время на 35 минут больше действительного.

Для европейцев великая реформа древнего китайского календаря важна тем, что дает возможность привести хронологический порядок исторических событий в Китае к принятому у нас летоисчислению.

III. КИТАЙСКИЕ КАЛЕНДАРИ В НАЧАЛЕ НАШЕЙ ЭРЫ

1. Деление года на сельскохозяйственные сезоны

Вопросам разработки календарных систем и их улучшению с древнейших времен в Китае уделяли большое внимание.

Календари обнародовались как официальные документы, от имени царствующего дома. В календарях обычно указывалось, какую дату следует считать за начало года; сколько дней содержит тот или иной месяц; как и когда должен вставляться добавочный месяц и день; указывались начало и продолжительность сельскохозяйственных сезонов.

Любое стихийное бедствие (засуха, наводнение) или плохой урожай вследствие неудачного выбора начала сева или уборки хлебов воспринимались жителями Древнего Китая как неодобрение Шань-ди (Владыки неба) действий царствующей династии. Поэтому на астрономов возлагалась забота о календаре и выбор наиболее удачных начал различных сельскохозяйственных сезонов.

Каждая новая династия в Китае, а иногда и отдельные князья (ваны), считали своим долгом предложить новую календарную систему или внести те или иные изменения в существующую систему в целях увековечения своего имени. Часто такие изменения приводили не к улучшению, а к ухудшению календаря. Так, в 9 г. н. э. во время непродолжительного царствования одного из ванов и, очевидно, не очень уверенного в своем будущем, было приказано «в целях ускорения движения времени» не вводить в текущем году дополнительный месяц, хотя действовавшим в то время календарем предусматривалось введение добавочного месяца. В 84 г. император Чжан-ди в целях получения благоприятных астрологических предсказаний приказал ввести «поправку» в движения планет.

Однако в целом календарные системы, разработанные древнекитайскими астрономами, довольно точно для того времени отражали истинную картину движения небесных светил. О практической направленности древней китайской астрономии говорит деление китайскими учеными солнечного года на 24 сезона в зависимости от положения Солнца на эклиптике. Это деление года на сезоны давало возможность земледельцам более точно определять сроки посева и сбора урожая, а также выполнения других сельскохозяйственных работ.

В VII в. до н. э. (или даже ранее) в Китае уже пользовались гномоном, с помощью которого астрономы могли довольно точно определять время осеннего и весеннего равноденствий и летнего и зимнего солнцестояний. Поэтому из 24-х сезонов четыре, а именно: два близ равнотвория и два близ солнцестояний были известны кн. айдцам уже с древнейших времен, во всяком случае, не позже середины периода «Чуньцю» («Весна и Осень»). Остальные сезоны были включены в календарь в конце династии Цинь и в начале династии Хань, т. е. в промежуток времени между годами 246—206 до н. э.

Названия сезонов отражают хозяйственную основу быта китайских крестьян. С древнейших времен каждый сезон прикреплялся к определенному месяцу. Для определения продолжительности сезонов применялся способ «хинчц» («постоянного новолуния»): число суток в году $365\frac{1}{4}$ делили на число сезонов, т. е. на 24 и получали продолжительность одного сезона, так называемую величину «пинчи» 15,23 суток. Все сезоны в году были одинаковы по продолжительности.

У китайского народа имеется много пословиц и поговорок, связанных с сельскохозяйственным календарем. Так, например, китайские крестьяне, жители юга, говорили: «Высевай семена в сезон «цинмин», а выращивай рисовую рассаду в сезоне «гуяю». На севере Китая у крестьян были свои поговорки: «Если ростки гаоляня не покажутся в период «чуншу», то он пойдет не в пищу людям, на корм скоту». Осенью говорили: «При малом снеге замерзают малые реки, при большом снеге — большие реки».

Для того чтобы правильно определить начало весны, а стало быть, и начало полевых работ, жители Китая применяли различные остроумные способы: рисовали девять

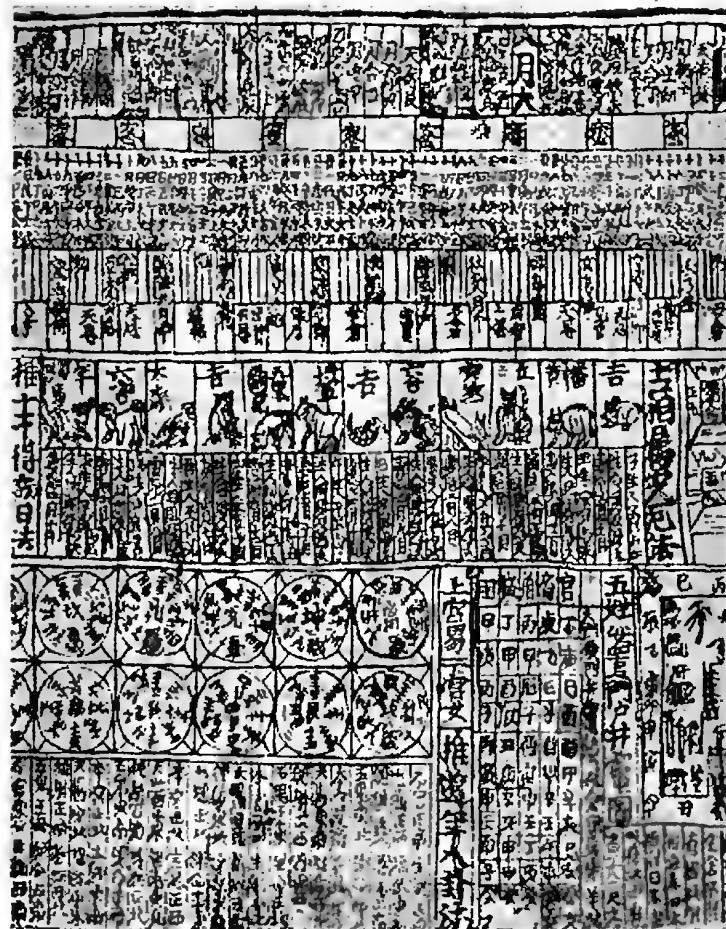


Рис. 4. Древний китайский календарь.

цветков, причем у каждого цветка по девять лепестков, и, начиная со дня зимнего солнцестояния, раскрашивали каждый день по одному лепестку. Когда все цветы были

Дата начала сезона	Китайское название сезона	Русский перевод названия сезона и краткие пояснения
22 марта 5/6 апреля	Чуньфэнь Циньмин	Весеннее равноденствие. Ясно и светло. Бывают ветры. Март как праздник. Растения, животные и люди становятся чище.
20/21 апреля	Гуюй	Хлебные дожди. Каждый год в это время идут дожди, чтобы росли злаки.
6/7 мая	Лися	Начало лета. Все растения быстро растут.
21/22 мая	Сяо мань	Малое изобилие. Воздух прозрачен. Много испарений. У пшеницы формируются зерна.
7/8 июня	Манчжун	Колошение хлебов. Пшеница хорошо растет. На колосьях появляются усы.
23 июня	Сяичжи	Летнее солнцестояние. Скоро конец весны и начало пасмурной погоды. День начинает уменьшаться.
7/8 июля 23/24 июля 8/9 августа	Сяошу Дашу Лицзо	Малая жара. Средняя жара. Большая жара. Совсем жарко. Начало осени. Поспевают разные хлеба.
23/24 августа 8/9 сентября	Чуту Байду	Прекращение жары. Белые росы. На земле появляются иней.
24 сентября 8/9 октября	Цюфэнь Ханьлу	Осеннее равноденствие. Холодные росы. Большие холодные иней.
23/24 октября	Шуанцзян	Выпадение иней. Пасмурно, холодно.
7/8 ноября 22/23 ноября	Лидун Сяосюе	Начало зимы. Малый снег. Дождь переходит в снег.
7/8 декабря	Дасюе	Большой снег. Постепенно снега становится все больше и больше.
23 декабря	Дунчжи	Зимнее солнцестояние. Конец самой пасмурной погоды. Ночь начинает уменьшаться.
6/7 января 20/21 января	Сяохань Дахань	Малый холод. Средний холод. Большой холод. Совсем холодно.

Продолжение

Дата начала сезона	Китайское название сезона	Русский перевод названия сезона и краткие пояснения
4/5 февраля	Личунь	Начало весны. Воздух становится прозрачнее. Животные спариваются.
19/20 февраля	Юйшуй	Дождевая вода. Идет дождь. Вся природа и люди ждут воды.
5/6 марта	Цзинчжи	Пробуждение насекомых. Воздух начинает подниматься вверх. Начинается гром.

раскрашены, значит, холода прошли и можно приступать к весенним сельскохозяйственным работам. Поступали и иначе — брали девять иероглифов по девять черточек в каждом (например, иероглифы, составляющие фразу «перед окном дерево ждет весеннего ветра»), каждый день писали по одной палочке. Когда все иероглифы были написаны, значит, пришла весна. О начале весны через 84 сутки после зимнего солнцестояния говорится в широко распространенной ранее в Китае песне «девятью девять дней».

2. Регулярные наблюдения небесной сферы

В начале нашей эры в Древнем Китае наука вообще и астрономия, в частности, получили довольно значительное развитие.

В конце первого столетия нашей эры астроном Цзя Куи (30—101 гг.) изобрел новые инструменты для определения координат небесных светил, в том числе эклиптический теодолит. О внешнем виде астрономических приборов, изобретенных Цзя Куем, данных не сохранилось. Эклиптический теодолит, которым пользовались китайские астрономы более поздних времен, имел четыре круга с нанесенными на них градусами и их долями. Внешний круг был неподвижен. Средний имел вращение вокруг оси, направленной параллельно оси вращения Земли. Два внутренних круга, соединенных вместе, также вращались, один из них представлял эклиптику.

Над изобретением астрономических инструментов трудились и другие ученые того времени. Решением этих вопросов, в частности, занимался выдающийся астроном и математик Чжан Хэн (78—139). Чжан Хэн родился в городе Наньане (современная провинция Хэнань). Он был



Чжан Хэн

образованнейшим человеком своего времени. В молодые годы занимался наряду с точными науками литературой и поэзией.

Во времена императора Ань-ди (107—126 гг.) Чжан Хэн несколько лет занимал должность придворного астронома и хорошо знал жизнь и обычаи китайской элиты того времени, которые в сатирической форме описал

в книге «Эрбинфу», получившей в свое время широкое распространение.

Примерно с тридцатилетнего возраста Чжан Хэн посвятил себя исключительно научной деятельности в области астрономии; для этого в 116 г. он покинул столицу империи и навсегда поселился в провинции.

Чжан Хэн изобрел несколько астрономических инструментов, в том числе армиллярную сферу. Он разделил ее окружность на $365\frac{1}{4}$ градусов (по числу дней в году). Армиллярная сфера представляет собой прибор, состоящий из системы взаимосвязанных металлических кругов (колец). В разных армиллярных сферах число колец различно. Армиллярная сфера Чжан Хэна, вероятнее всего, состояла из двух колец. У других армиллярных сфер некоторые из кругов, например, меридианный, зенитный и экваториальный, были неподвижны; другие, например эклиптический, имели вращение вокруг оси, направленной на северный полюс мира (на Полярную звезду). Имелось визирное приспособление.

Чжан Хэн в течение многих лет изучал небесную сферу и наблюдал за движением светил с помощью изобретенных им инструментов. Он оставил после себя описание 2500 видимых в Китае звезд, а 320 из них дал собственные названия. Все звезды он сгруппировал в 124 созвездия.

Чжан Хэн определил угол между небесным экватором и эклиптической и нашел его равным 24 китайским градусам.

Чжан Хэн был не только крупным ученым, но и хорошим популяризатором науки. Он изготовил прибор, являющийся некоторым прототипом современных планетариев. В этом приборе, — планетарной армиллярной сфере, — были показаны взаимные положения Солнца, Луны, пяти планет и звезд. Прибор имел сферическую форму и приводился в движение водой из клепсидры. В астрономической части книги «Цзиньшу» («История династии Цзинь») говорится:

«Сделав армиллярную сферу, Чжан Хэн привел ее в движение водой из клепсидры и закрыл в отдельном темном помещении. В этом помещении находился астроном, который вел наблюдение за движением армиллярной сферы и объявлял результаты. Другой астроном, находившийся снаружи, следил за движением светил на

небесном своде. Когда первый говорил: «Судя по показаниям армиллярной сферы такая-то звезда зашла, а такая-то прошла через меридиан», второй астроном отвечал: «Все это точно совпадает с тем, что мы наблюдаем на небесном своде»¹⁾.

Вторым прибором, изобретенным Чжан Ханом для популяризации астрономии и календаря, был прибор «гуанли». «Гуанли» был соединен с планетарной армиллярной сферой с помощью систем зубчатых колес. Он представлял собой искусственное дерево, установленное перед окнами императорского дворца. На этом «дереве» каждый день «вырастало» по одному листку. Так продолжалось пятнадцать дней. Затем каждый день «опадало» по одному листу и к концу месяца «дерево» становилось опять голым. Если месяц был маленьким, то последний лист «увядал», но не падал.

С помощью изобретенных инструментов китайские астрономы неустанно проводили астрономические наблюдения и делали научные открытия. Так, изобретатель эклиптического теодолита Цзя Куи установил, что Луна имеет неравномерное движение на своей орбите. Другой астроном Лю Хун (Юань Цзо), живший несколько позднее (в конце династии Хань), развил выдвинутую Цзя Куем теорию движения Луны. На основе обработки результатов своих наблюдений Лю Хун доказал, что Луна имеет более медленное движение, когда находится в наибольшем удалении от Земли и более быстрое, когда находится в наименьшем удалении. Он определил продолжительность так называемого аномалистического месяца, найдя ее равной 27,55336 суток (истинная величина этого периода 27,55455 суток). Это было одним из выдающихся открытий древней китайской астрономии.

Как уже отмечалось выше, продолжительность синодического месяца в Древнем Китае принималась равной $29 \frac{43}{81}$ суток (это всего на 23 секунды больше действительного периода). Об этом, в частности, говорится в астрономической части летописи «Ханьшу», написанной Лю Анем, главным советником императора Ван Маня (9—23 гг.), хорошо знавшего астрономию и математику.

¹⁾ Лю Сянь-чжоу. Об изобретении в Китае приборов для измерения времени, стр. 108.

Вопросам предсказания солнечных и лунных затмений астрономы Древнего Китая уделяли много внимания. Из исторических летописей известно, что начиная со времен династии Хань (206 г. до н. э.—220 г. н. э.) в обнародованных календарях указывались даты предстоящих солнечных и лунных затмений. До этого таких записей не встречается. Астрономы во времена Поздней Хань (25—220 гг. н. э.) пытались уточнить периоды, через которые может происходить солнечное затмение в одной и той же местности, и определить законы, по которым происходят затмения Солнца и Луны. В это время происходила оживленная дискуссия среди астрономов по данному вопросу. Интересны высказывания Чжан Хана, помещенные в его знаменитом труде «Армиллярная сфера».

«Солнце это огонь. Луна — вода. Солнце светит, а Луна отражает его яркость. Луна зависит от освещения Солнца. Затмение Луны бывает потому, что свет ее чем-то заслонен. Сторона Луны, обращенная к Солнцу, целиком освещена, а противоположная сторона темная. Планеты также светят отраженным светом. Свет исходит от Солнца во все стороны и когда он не достигает цели, то начинается затмение»²⁾.

3. Новые календари

Постоянно наблюдая небесные светила, астрономы династии Хань убедились, что календари «Тайчу ли» и «Саньтунский» неточны. Правда, о некоторой точности «Саньтунского» календаря писал даже его автор Лю Ся-хун. Он утверждал, что календарь «Тайчу ли» будет расходиться с действительностью через 800 лет на одни сутки³⁾.

Вследствие расхождения «Саньтунского» календаря с явлениями, происходившими на небесной сфере, на втором году царствования Юань-хэ, или в 85 г. н. э., был принят новый календарь — «Сифанли». Календарь-то приняли новый, а продолжительность месяца и года взяли из старого календаря «Чжуаньской ли». Очевидно, это произошло вследствие влияния конфуцианской идеологии, господствовавшей в то время в Китае. Согласно этой идеологии

²⁾ Лю Сянь-чжоу. Об изобретении приборов для измерения времени, стр. 110.

³⁾ Чэнь Цзунь-гуй, История астрономии Китая, Шанхай, 1955, стр. 42 (на кит. языке).

все прежнее (старое) является идеальным и люди, живущие сегодня, должны не только уважать, а преклоняться перед старым и всячески подражать ему.

Календарь «Сифан ли» действовал со второго года Юань-хэ до четвертого года Цзинь-юань, или с 85 г. по 263 год н. э.

Но шло время и ученые стали убеждаться, что и календарь «Сифан ли» неточен. Астроном Лю Хун на основе многолетних наблюдений небесных светил пришел к выводу, что этот календарь имел слишком большой «тоуфын» — остаток дроби числа суток в году и что вследствие этого происходит расхождение во времени между фактическим появлением тех или иных небесных светил и моментом, указанным в календаре. Лю Хун не ограничился только указанием на неточность календаря «Сифан ли». Он предложил разработанную им новую календарную систему «Чэньян ли», в которой уменьшил величину «тоуфына» и пытался учесть неравномерность движения Солнца и Луны. Этот календарь описан в книге «Диншунлюйцзы». Однако предложенный Лю Хуном календарь не был введен при жизни автора. Известно, что в III веке Китай, после падения династии Хань, распался на несколько отдельных государств. Началась междоусобная борьба. Одна династия быстро сменяла другую. В IV в. север страны был захвачен кочевниками, нашествие которых опустошило страну. Города, дворцы, храмы и библиотеки подвергались разграблению. Было уничтожено большое количество культурных ценностей, в том числе шелковых свитков с древнейшими китайскими записями. Не лучшее обстояло дело и на юге страны, где господствовали феодалы-землевладельцы, ведшие между собой непрерывные войны. Но, несмотря на разруху, хозяйственная жизнь в стране все же продолжалась. Вот тогда и вспомнили о календаре Лю Хуна, который и был использован во времена династии Вэй (220—264 гг.), а затем также и при династии Цзинь (265—420 гг.).

В эпоху троецарствия в государстве Вэй придворным астрономом был Ян Вэй. Он хорошо изучил действовавшие ранее календарные системы, старался понять имевшиеся в них недостатки и устранить их. Много лет он посвятил усовершенствованию календаря. В 230 г. он раз-

работал новый календарь, назвав его в честь правившего тогда императора «Цзиньчу ли». Ян Вэй более точно вычислил положение точки пересечения орбиты Луны с эклиптикой, так называемый «коу чоу фэнь», или «узел лунной орбиты», и установил, что Луна к этой точке возвращается не ровно через год, а несколько раньше. Ян Вэй утверждал, что если Луна находится в точке «коу чоу фэнь» в начале месяца, то будет затмение Солнца, а если Луна находится в этой точке в середине месяца, то произойдет затмение Луны. Он также определил, что затмение Солнца может произойти только в том случае, если оно находится вблизи (не более 18°) от лунного узла, а затмение Луны в том случае, если Солнце будет находиться не более 11° от одного из узлов лунной орбиты и чтобы в то же время Луна находилась вблизи другого узла.

Во времена династии Цзинь наука, литература и искусство в Китае получили широкое развитие. Это был период расцвета поэзии, внедрения образцовой каллиграфии, развития точных наук. Тогда же был разработан календарь «Цзиньчу ли» — один из лучших в Древнем Китае.

В календаре «Цзиньчу ли» давались подробные инструкции «для определения на любой год моментов новолуния и полнолуния, продолжительности месяца (29 или 30 дней), времени солнцестояния, относительного положения Солнца и Луны на любой момент интеркаляции, а также лунных и солнечных затмений»¹⁾. В этом календаре впервые были даны азимуты точек небесной сферы, в которых произойдут затмения Солнца или Луны, а также сведения о том, какая часть диска Солнца и Луны будет закрыта во время затмения. Следует отметить, что календарь «Цзиньчу ли» в части вычислений послужил образцом для всех календарных систем, которые разрабатывались в дальнейшем. Впоследствии календарь «Цзиньчу ли» был переименован в «Тайинь ли» и «Юнчу ли». Он применялся и тогда, когда Китай был единым государством, и тогда, когда он распался на несколько отдельных княжеств. Известно, что в период «южных династий» в него вносили изменения, а именно теория движения планет была взята

¹⁾ Цан и нежук А., История астрономии, стр. 101.

из календаря «Чонсян ли». В период «северных династий» этот календарь применялся до конца правления императора Мин Юань-ди, т. е. до 424 г. н. э.

Астроном Хэ Чун-тен (370—447), живший на территории «южной династии» Сун (420—479), внес идею об использовании способа «диччи» («определенного новолуния») при определении продолжительности сельскохозяйственных сезонов и месяцев в году. До этого в Китае применялся упомянутый выше способ определения продолжительности сезонов «хинчи» («постоянного новолуния»).

IV. НОВЫЕ НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ КИТАЙСКИХ АСТРОНОМОВ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛЕНДАРЯ

1. Открытие китайскими астрономами явления прецессии

Явление прецессии в Европе было открыто Гиппархом в 125 г. путем сравнения координат одних и тех же звезд, определенных в его время и в более ранние времена. Как известно, прецессией называется медленное ($50''{,}3$ в год) перемещение точек весеннего и осеннего равноденствия с востока на запад вследствие изменения направления оси вращения Земли.

Китайские астрономы открыли явление прецессии независимо от европейцев, причем они пришли к этому своим, оригинальным путем.

По расчетам древнекитайских астрономов, определявших продолжительность года с помощью гномона, следовало, что момент зимнего солнцестояния должен наступать тогда, когда Солнце находится в созвездии «Чэн-ню» (Водолей). Из непосредственных наблюдений астроном Цзя Куй определил, что зимнее солнцестояние происходит не в тот момент, когда Солнце находится в созвездии «Чэн-ню», а тогда, когда Солнце находится западнее этого созвездия примерно на четыре китайских градуса. Таким образом, Цзя Куй был на пороге открытия прецессии, но открыл ее, несколько позже, другой китайский астроном — Юй Си (Цун Пин). Расцвет его научной деятельности при-

ходится на годы правления императора Чэн-ди (326—343 гг.). К сожалению, даты рождения и смерти Юй Си история не сохранила, хотя известно, что жил он 76 лет.

Юй Си установил, что в течение года Солнце не успевает сделать полный оборот по небесной сфере. Например, за период от зимнего солнцестояния до следующего зимнего солнцестояния Солнце несколько не дойдет до той точки неба, в которой оно находилось год назад. Как известно, вследствие прецессии долготы звезд увеличиваются. Китайские астрономы называли это явление «восточным движением звезд» или «западным движением сельскохозяйственных сезонов». Последний термин был употреблен потому, что точки весеннего и осеннего равноденствия, а также зимнего и летнего солнцестояния, обозначающие начало определенных сельскохозяйственных сезонов, смещаются на запад; вследствие этого смещаются и все сельскохозяйственные сезоны в году. Юй Си нашел, что величина «западного смещения сезонов» равна одному градусу за 50 лет. В VII в. астроном Лю Чжо, или Шэ Юань (544—610), уточнил величину прецессии и нашел ее равной одному градусу за 75 лет. Эта цифра уже близка к современной ($\approx 71,6$ года).

Практическое применение прецессии для календарных систем сделал другой китайский ученый — Цзю Чун-чжи (420—500). Это был выдающийся ученый, крупнейший астроном и математик своего времени. Известно, что во времена династии Ци (479—504) он был придворным астрономом, а последние годы своей жизни провел в провинции, где написал много трудов.

Не останавливаясь подробно на достижениях, которых достиг Цзю Чун-чжи в области математики, отметим, что он вычислил величину π — отношение длины окружности к диаметру, с точностью до одной десятичной доли. Он определил, что величина π лежит между числами 3,1415926 и 3,1415927. Только тысячу лет спустя самаркандский ученый Джамшид Гиясэддин ал-Каши нашел более точное значение этой величины.

Цзю Чун-чжи довольно точно определил и вычислил сидерические периоды обращения планет. С древних времен в Китае тщательно следили за движением планет. Это нужно было в первую очередь в астрологических целях,

т. е. для «предсказания грядущих событий», для «предсказания судьбы» того или иного государственного деятеля и т. п. В частности, китайцы довольно хорошо знали периоды обращения Марса, Сатурна, Венеры, Юпитера и



Цзу Чун-чжи.

Меркурия. Из пяти планет самой важной считался Юпитер, так как он сравнительно ярок и более продолжительно время, по сравнению с другими планетами, виден на небесной сфере. В «Саньтунском» календаре сказано, что по вычислениям китайских астрономов планета Юпитер делает в 144 года тринадцать оборотов. Цзу Чун-чжи нашел более точное соотношение между количеством лет и числом оборотов планеты Юпитер, а именно — он опреде-

лил, что Юпитер делает семь оборотов в 83 года ¹⁾, что довольно близко к истинному значению. Цзу Чун-чжи на основании наблюдений вычислил продолжительность так называемого «драконического» месяца и нашел, что его величина равна 27,21223 суток (истинное значение 27,21222 суток).

Цзу Чун-чжи предложил при составлении календаря учитывать прецессию, т. е. он установил различия между тропическим годом (промежутком времени между двумя последовательными прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия) и звездным годом (периодом полного обращения Земли вокруг Солнца). Это считается вторым важным открытием в истории китайского календаря.

Кроме того, Цзу Чун-чжи предложил уменьшить, по сравнению с действовавшим в то время календарем, величину «тоуфын», т. е. величину дробной части месяца, а следовательно, и величину продолжительности года. Он внес предложение, чтобы продолжительность года была сокращена против прежнего на 0,0011 суток.

Первый календарь, составленный Цзу Чун-чжи с учетом прецессии, носил название «Дамин ли», но этот прогрессивный календарь не был введен в действие при жизни ученого. Этого удалось добиться сыну Цзу Чун-чжи — Цзу Хэи-чжи, бывшему также астрономом и хорошо изучившему и понимавшему значения нового календаря, разработанного его отцом.

Цзу Хэи-чжи, живший при династии Лян ²⁾ (502—556 гг.), продолжал работы, начатые отцом. На горе Суншань (современная провинция Хэнань, уезд Дэнфэн) он изготовил медные солнечные часы диаметром 8 чн (2,5 м). У основания этих часов были установлены три гномона: северный, средний и южный. На верхней плоскости подставки, служившей основанием гномона, были сделаны канавки (бороздки), в которые наливалась вода для приведения прибора в горизонтальное положение. Цзу Хэи-чжи подтвердил явление прецессии по наблюдениям Полярной звезды и других звезд из 14 созвездий путем сравнения по-

¹⁾ Чэнь Цзунь-гуи, История астрономии Китая, Шанхай, стр. 95 (на кит. языке).

²⁾ Государство Лян находилось на территории современной провинции Ганьсу (к западу от уезда Гаолань).

лученных координат звезд с координатами, полученными из более древних наблюдений. Проверив опытным путем данные, помещенные в календаре «Дамин ли», Цау Хэн-чжи добился того, чтобы календарь был введен в действие, что ему и удалось сделать в 510 г.

Календарь «Дамин ли» применялся с 9-го года Тянь-цзяня до 3-го года Чжень-мина, т. е. до 588 года.

2. Открытие неравномерности движения Солнца

В VI в. в государстве Северная Ци (549—579 гг.) жил астроном и математик Чжан Цзы-синь. Он изготовил армиллярную сферу и с ней производил наблюдения Солнца, Луны и пяти планет. Чжан Цзы-синь жил на уединенном острове и свыше 30 лет производил астрономические наблюдения. В результате этих наблюдений он установил, что «во взаимном движении Солнца и Луны замечается направление внутреннее и внешнее: пять небесных планет имеют движение как поступательное, так и обратное, как скорое, так и замедленное, а временами совсем останавливаются»¹⁾. Чжан Цзы-синь установил неравномерность движения Солнца по эклиптике, а именно, что Солнце имеет наиболее быстрое движение в момент зимнего солнцестояния, затем его движение постепенно замедляется и во время весеннего равноденствия Солнце движется со средней скоростью; в момент летнего солнцестояния Солнце имеет самое медленное движение, а затем движение его постепенно ускоряется и к моменту осеннего равноденствия достигает средней скорости, а к моменту зимнего солнцестояния — наибольшей. Результаты наблюдений Чжан Цзы-синя позволили в дальнейшем перейти к способу «динчи» и более точно определить продолжительность сельскохозяйственных сезонов.

Хотя для составления календаря по методу «динчи» все было подготовлено Хэ Чин-таном и Чжан Цзы-синем, такой календарь был впервые составлен Лю Чжо, или Шин Юанем, автором нескольких трудов по астрономии — это был календарь «Хуанди ли».

¹⁾ Чэнь Цзунь-гу й, История астрономии Китая, Шанхай, 1955, стр. 34 (на кит. языке).

Количество сельскохозяйственных сезонов в году в этом календаре было таким же, как и раньше. Сущность способа «динчи» состояла в том, что из астрономических наблюдений тем или иным способом определяли местоположение Солнца среди звезд и, исходя из этого, устанавливали продолжительность сезона. В этом способе, таким образом, продолжительность сезона определялась временами фактического нахождения Солнца в том или ином созвездии. Вследствие неодинаковой скорости движения Земли по орбите движение Солнца по эклиптике кажется нам неравномерным. С момента весеннего равноденствия до момента осеннего равноденствия (с 21 марта по 23 сентября) Солнце проходит половину своего годового пути по эклиптике за 186 суток, а вторую половину, с момента осеннего равноденствия до момента весеннего равноденствия (с 23 сентября до 21 марта) — за 179 суток. Эта видимая неравномерность движения Солнца и была учтена Лю Чжо при составлении календаря «Хуанди ли».

Продолжительность сельскохозяйственных сезонов по способу «динчи» была разной. Зимой она равнялась 14 суткам и некоторой дробной части, а летом было несколько больше 16 суток. При этом соблюдалось условие, чтобы весеннее и осеннее равноденствия обязательно приходились на сутки, когда продолжительность дня равна продолжительности ночи.

При составлении календаря Лю Чжо применял интерполяционные формулы для вычисления местоположения Солнца на эклиптике. Это обеспечило сравнительно высокую точность созданного им календаря. Надо отметить, что формулы Лю Чжо совпадают с применяемыми в настоящее время формулами интерполяции с применением разностей первого и второго порядка.

Календарь «Хуанди ли» был составлен в 601—604 гг., однако вследствие противодействия придворных астрономов он, как и множество других календарей, стал применяться не сразу. Впервые календарь, составленный по способу «хинчи», был введен в 619 г. Это был календарь «Уинюань ли», составленный Фу Жель-чунем.

В старых календарях, составленных по способу «хинчи», продолжительность сельскохозяйственных сезонов была величиной постоянной. В календарях указывалось чере-

дование месяцев в году. Иногда такое чередование не совпадало с небесными явлениями, но это уже было делом астрономов. Истители Древнего Китая в своей жизни руководствовались данными, которые помещались в календаре.

По календарю «Уиньюань ли» продолжительность сезонов и месяцев определялась по фактическому движению Солнца и Луны. По этому календарю могло быть подряд два маленьких месяца или несколько больших. Так и случилось в 645 г., когда после сентября шли подряд четыре больших месяца. Это положение китайские астрономы считали ненормальным и, чтобы исправить его, перешли к новому календарю, составленному по методу «хшичжи».

У. КИТАЙСКИЙ КАЛЕНДАРЬ В ПЕРИОД VII—XVII ВЕКОВ

1. Новые научные открытия китайских астрономов

С 618 г. в Китае установилась династия Тан, правившая страной до 907 г. После объединения страны начинается экономический подъем. Развивается промышленность, сельское хозяйство и торговля. Это дало новый толчок и развитию науки. В VII в. в Китае стали печатать с гравировальных досок, а в IX в. при печатании начал употребляться разборный шрифт. В VIII в. в Чаньани уже издавалась первая в мире газета. В Китае были созданы большие библиотеки. Во времена династии Тан была введена система государственных экзаменов для чиновников, желавших поступить на службу. Это способствовало распространению знаний. Создается «Шалата ученых», преобразованная в 723 г. в Академию. В это же время при дворе императора было создано специальное учреждение «Тайпицзюй», которому поручалось наблюдать небесные светила, предсказывать солнечные и лунные затмения, назначать счастливые дни для государственных дел и церемоний и составлять календарь.

Империя Тан к концу VII в. представляла собой огромную страну. Китайцы поддерживали оживленные культурные связи с западными государствами. В этот период были собраны сведения об астрономических инструментах, имевшихся в других странах. Изучив эти данные в 665 г., Ли Чунь-фын, бывший придворным астрономом

во времена императора Тай-цзуна (627—650 гг.), изготовил армиллярную сферу, состоящую из трех частей: «лю-хо», (для определения эклиптических координат), «сан-чэи» (для определения экваториальных координат) и «сикю» (для определения горизонтальных координат и азимутов).



И Сянь.

С помощью этой армиллярной сферы он уточнил продолжительность лунного месяца и предложил для этой цели новую схему исчисления, которая давала возможность избежать трудности наблюдения новолуния в последний день каждого лунного цикла. При разработке новой календарной системы «Цзяцзыюань ли» («линьдэ ли») он возвратился к способу «динчи».

Разработанная Ли Чунь-фынем календарная система хотя и была прогрессивной, но вследствие придворных интриг она не была принята. В этот период в Китае жил выдающийся астроном И Синь, или Чжан Га-суй (683—727 г.). И Синь родился в уезде Чаплу и был внуком губернатора удела Сян. Изучал астрономию под руководством даосского монаха Инь Чуна. Позже И Синь становится буддийским монахом, а так как летоисчисления династий составлялись конфуцианцами, то до нас дошло очень мало сведений о жизни буддиста И Синя. Несмотря на то, что И Синь был одним из выдающихся ученых в истории китайской астрономии, биография его не была написана летописцем истории династии Тан Оуян Сю в «Синь Тан-шу» («Новой истории династии Тан»). К счастью, его жизнь, хотя и очень кратко, но описана в главе об астрономии в «Старой истории династии Тан». Известно, что в конце жизни он был астрономом при императорском дворе. С помощью рабочего Лян Лин-цзяна И Синь изготовил бронзовую армиллярную сферу и модель небесной сферы, на которой были нанесены звезды. Эта модель приводилась в действие водой, причем ее движение было согласовано с движением действительной небесной сферы. Половина прибора возвышалась над поверхностью земли, а другая половина была скрыта в подвальном помещении. На верхней половине были прикреплены два деревянных колеса, которые при вращении прибора ударяли в колокол через каждый китайский час (равный двум нашим часам) и били в барабан через каждую четверть часа. При помощи системы зубчатых передач было показано движение Солнца и Луны, при этом, когда небесный глобус совершал один оборот в западном направлении, Солнце на этой же модели перемещалось на восток на один градус, а Луна на $13\frac{7}{9}$ градуса.

И Синь открыл собственное движение звезд и принимал участие в разработке проекта градусных измерений, осуществленных в 725 г. в бассейне реки Хуанхэ.

И Синь является автором многих астрономических трудов, в том числе календаря «Тайюань ли», составленного по методу «диши» и введенного в 728 г. Таким образом, только в этом календаре была осуществлена идея, выска-

занная Хо Чипи-темом почти три века назад и выраженная позднее Фу Жень-чунем в отвергнутом властями календаре «Упинюань ли». Это считается третьим большим преобразованием китайского календаря.

В 744 г. была сделана попытка возвратиться к составлению календаря опять по методу «хинчи», но она оказалась безрезультатной, так же как и попытка в 761 г. отодвинуть начало года на момент зимнего солнцестояния.

В период с 779 по 783 г. ученый Цао Ши-вей при разработке проекта новой календарной системы впервые отверг традиционное начало счета времени со дня «шанюань». Он принял за начало счета сезон «Юйлигуй» («дождевая вода») первого года Цин-сяня, т. е. 660 год. Хотя этот календарь не получил официального признания, но имел распространение. Его называли «сяоли» («маленький календарь»).

Работа по совершенствованию календаря продолжалась и в дальнейшем. Около 860 г. Сюй Ан открыл неточность в продолжительности предсказанного по календарю солнечного затмения. Свое открытие и предполагаемые поправки Сюй Ан изложил в особом, предложенном им календаре. Эти поправки уточняли начало и конец соприкосновения диска Солнца и Луны в момент затмения. А спустя 130 лет другой астроном Яо Шунь-фу впервые установил, что при полных солнечном и лунном затмениях неизбежна некоторая погрешность в определении начала и конца затмения, объясняемая световыми эффектами.

2. Связь китайского и индийского календарей

Китайское государство в период династии Тан было одним из сильнейших государств мира. Китай имел оживленные торговые связи со многими государствами по «Великому шелковому пути», проходившему из Китая через Ланьчжоу, Хами, Хотан в страны Средиземноморского бассейна, имевшему ответвления в Индию и Сибирь, а также по другому, сухопутному торговому пути, идущему в Индию через Юньань и Бирму. На море Китай имел мощный военный и торговый флот. Через порты, расположенные на побережье Южно-Китайского моря, велась торговая связь с Индией, Аравией,

Ираном. Китайские купцы ездили на Цейлон, Суматру, Яву. Китай вывозил в другие страны железо и изделия из него, фарфор, писчую бумагу, художественные изделия.

В 606 г. в Китай прибывают посольства из Японии и Снама, а в 641—643 гг. происходит обмен посольствами между Индией и Китаем.

Китайские путешественники ездили в другие страны. На рубеже IV—V вв. китайский монах Фа Сянь посетил Индию. Он прошел из Китая через Хотан, Каргалак и Ташкурган в Индию, побывал на Цейлоне, Суматре, Яве. Его отчет о путешествии, продолжавшемся 14 лет, содержит много интересных сведений для изучения истории и культуры стран Азии, в которых он был. Знаменитый путешественник Сюань Цзан, совершивший путешествие, длившееся с 629 г. по 645 г., также побывал в Индии и государствах, расположенных на территории Средней Азии и в западных районах современного Китая. Сюань Цзан привез на родину много буддийских рукописей. Его записки о путешествии по полноте и достоверности собранного в них географического и культурно-исторического материала представляют даже сейчас большую ценность.

Китайскими учеными были составлены географические описания территории своей страны, соседних стран и стран, находящихся далеко от Китая. Сюань Цзан перевел на китайский язык много индийских книг. Между Индией и Китаем существовал интенсивный обмен культурными достижениями. Китайцы многое заимствовали из индийской астрономии, и в свою очередь индийцы пользовались достижениями китайской астрономии.

Индийские астрономы наряду с китайскими работали при китайском императорском дворце. Из Индии были приглашены Кассопа, Гонтама и Кумараджива; последний был большим знатоком санскритского и китайского языков. В годы правления Гао-цзуна (650—684 гг.) и У-хоу (684—705 гг.) индийскими астрономами, служившими в Китае, были составлены календари «Цзиньвэи ли», «Гуанчжай ли» и «Тенцзо». В этот же период из Индии в Китай был привезен астрономический календарь «Цзюэжи ли».

Таким образом во времена династии Тан при составлении календарей использовались научные достижения не только китайской, но и индийской астрономии.

Культурное влияние Китая в этот период распространялось на многие страны. Известно, что Япония заимствовала у Китая письменность, литературу, философию, этику. Страны юго-восточной Азии также очень многое заимствовали от китайской культуры.

В VIII в. Китай имел непосредственную связь с арабами, захватившими к этому времени земли, расположенные к западу от Китая (Бухару, Хорезм, Самарканд). Между Китаем и Аравией происходил оживленный обмен культурными достижениями, в том числе и достижениями в области астрономии.

3. Китайский календарь в конце первого и начале второго тысячелетия

После свержения Танской династии наступил период междоусобиц, «пяти династий» (907—959 гг.). В этот период при различных династиях действовали календарные системы, разработанные астрономами Танской эпохи. С 960 г. по 1279 г. в Китае царствовала династия Сун. Одним из первых мероприятий новой династии было распоряжение о введении нового и единого для всего Китая календаря. К 962 г. придворные астрономы разработали новую календарную систему. Было внесено предложение, чтобы последний месяц 960 г. был перенесен на следующий год. Это объяснялось желанием чтобы новый год начался одновременно с новым солнцестоянием. С 963 г. был введен новый календарь «Чунтеи ли».

В это время на севере Китая господствовали кидане. В 947 г., еще до династии Сун, кидане во время набега на китайский город Кайфын захватили и увезли в степи китайские астрономические инструменты. Вместе с инструментами они захватили все расчеты по обоснованию действовавшей в Китае календарной системы. Они ввели у себя календарь «Дамин ли», разработанный Цзю Чун-чжи, причем астрономы при дворе старались приурочить введение нового календаря к началу правления своих государей. То же самое повторялось и при господстве юй-чжэней и монголов. Во времена господства этих династий в Китае значительное время пользовались также календарем «Дамин ли», только слегка измененным. Этот же

календарь использовался и в государстве Ляо (916—1124) и в государстве Цзинь (1115—1264). Календарь «Даминли» был весьма тщательно разработан и хорошо согласовывался с видимым движением Солнца.

Период династии Сун следует считать выдающимся в отношении науки вообще и астрономии в частности. В этот период выходит большое количество книг. В 983 г. издается энциклопедия «Тайпиншюйлань», состоящая из тысячи томов. В XII в. под руководством Ма Дуань-линя была составлена энциклопедия «Вэньсяньтункао» («Обстоятельное исследование документов»). В ней было 24 раздела, в том числе специальный раздел, посвященный астрономии.

Во время правления династии Сун, так же как и при династии Тан, продолжало действовать бюро «Тайпинзюй» по руководству составлением календаря, производству всех вычислений и определению орбит движения небесных светил. Затем было создано учреждение «Сытэнцзянь» («Управление астрономией») для общего руководства астрономическими работами. Это же учреждение занималось и вопросами метеорологии.

В 976 г. было созвано астрономическое совещание, на котором принято решение о создании нового демонстрационного глобуса. По решению этого совещания в период 976—983 гг. астроном Чжан Сы-юань, работавший в «Сытэнцзянь», сконструировал небесный глобус, в принципе очень похожий на прибор Чжан Хэна, но в этом приборе значительно увеличилось количество приспособлений для измерения времени. Прибор показывал дни недели и часы суток. В 983 г. производится уточнение действующей календарной системы. В этот период создаются новые астрономические инструменты, водяные часы, строятся обсерватории. Так, в 1154 г. была основана Шеклиская обсерватория, являющаяся наряду с Чжоугунской обсерваторией одной из древнейших в мире.

Еще в начале второго тысячелетия китайские астрономы Су Сун (1020—1101 гг.) и Хань Кунь-лянь построили модель небесной сферы «тяньхэ», приводившуюся в движение водой. Это была сложная конструкция, состоявшая из армиллярной сферы, небесного глобуса и механического приспособления для измерения времени. В начале каждого двоекратного часа в левой двери одного из этажей па-

годы (модель «тяньхэ» была сооружена в виде пятиэтажной пагоды) показывался «хранитель времени» в красных одеждах и звонил в колокольчик. Каждую четверть часа из средней двери выходил другой «хранитель времени», на этот раз одетый в зеленое, и бил в барабан, отмечая четверть часа. Третий же «хранитель времени», одетый в пурпурные одежды, показывался в правой двери. Он бил в колокол через каждые полчаса¹⁾.

Рассматривая историю китайского календаря, нельзя не отметить попытку астронома Шэнь Ко (1031—1095 гг.) ввести в действие чисто солнечный календарь, в соответствии с которым было бы упразднено нечисленное месяцев по фазам Луны, а продолжительность месяцев определялась бы согласно движению Солнца по эклиптике. Шэнь Ко предлагал разделить год на 12 месяцев, считая первым днем нового года первый день сезона, «начала весны» (5 февраля), а первым днем второго месяца день «пробуждения насекомых» (5 марта).

Шэнь Ко говорил, что такой календарь был бы прост, точно соответствовал четырем временам года и удобен для пользования. Предложение Шэнь Ко не было принято и вызывало яростные нападки на него, но он так был уверен в превосходстве своего календаря, что заявил²⁾: «Хотя меня яростно высмеивали, ненавидели, нападали на меня за мою теорию нового календаря, но наступит день, когда кто-нибудь применит мою теорию на практике»³⁾.

Шэнь Ко был неутомимым тружеником науки. Он в течение трех месяцев наблюдал все почти без перерыва, пытаясь установить положение Северного полюса на небе.

¹⁾ Лю Сюань-чжоу, Об изобретении в Китае приборов для измерения времени, стр. 112.

²⁾ Любопытно отметить, что почти тысячу лет спустя, в тридцатых годах XX столетия, глава метеорологической службы Великобритании Непир Шоу предложил ввести в употребление календарь, в точности соответствующий календарю Шэнь Ко, только начало года предлагалось установить с сезона «начала зимы» (7 ноября). При составлении метеорологических сводок для сельскохозяйственных нужд Британская метеорологическая служба до сих пор пользуется «календарем земледельца», составленным по предложению Непира Шоу.

³⁾ Чжунь-чжэнь, Вклад китайских ученых в астрономию в древние и средние века, стр. 74.

Он доказал, что в его время северный полюс находился на удалении от Полярной звезды на три градуса. Он также нашел, что зимой и летом сутки имеют разную продолжительность, а именно «Солнце движется быстрее, когда оно ближе к зимнему солнцестоянию, поэтому в сутках больше чем 100 «кэ» (одно «кэ» равно приблизительно 15 минутам)... Солнце движется медленнее, когда оно ближе к летнему солнцестоянию, и отсюда продолжительность дня не достигает 100 «кэ»¹⁾.

Шэнь Ко, исходя из различной скорости видимого годового движения Солнца, пришел к выводу, что орбита, по которой движется Солнце, по форме хотя и близка к окружности, но все же не является вполне окружностью. Он назвал эту форму эклиптики китайским иероглифом «то», обозначающим эллиптичность.

4. Один из лучших в мире календарей — календарь «Шоуши ли»

В XIII в. Китай был завоеван монголами. После ожесточенной борьбы утвердилась монгольская династия Юань (1280—1367 гг.).

Сразу же после завоевания Китая, зная, какое сильное влияние оказывает календарь на все аспекты жизни китайцев, монгольский император Хубилай (1280—1295 гг.), припавший к китайскому имени Ши-цзу, приказал создать астрономическую комиссию с целью разработки новой календарной системы, как бы «пожалованной» китайскому народу от имени воцарившейся в Китае монгольской династии.

В 1280 г. такая комиссия доложила императору следующее: «в последние 1356 лет было 70 календарей и 13 новых систем летоисчисления, но считая изменений в календаре за последние 174 года. В виду чего мы теперь решили, насчитывая дробь день за днем, что время между зимним и летним солнцестоянием должно быть на 9/10 градуса меньше, чем по календарю «Дамин ли». Согласно этому календарю год равен 365,2425; этот последний остаток является необходимой поправкой при желании согласовать год с фазами Луны»²⁾.

¹⁾ Чжун Кэ-чжон, Вклад китайских ученых в астрономию в древние и средние века. стр. 74.

²⁾ Чэнь Цзун-гуй, История астрономии Китая, Шанхай, 1955, стр. 33 (на кит. языке).

Комиссия признала целесообразным ввести новый календарь. В следующем же году был введен в действие календарь «Шоуши ли», разработанный выдающимся китайским астрономом и математиком средних веков Го Шоу-цзином (1231—1316 гг.). Под его руководством было



Го Шоу-цзин.

изготовлено тринадцать новых видов астрономических инструментов, круги которых были разделены на градусы, минуты и их доли. С помощью этих инструментов производились астрономические наблюдения и определялись координаты небесных светил. Среди приборов, сконструированных Го Шоу-цзином, была так называемая «ламповая клепсидра» — прибор, предназначавшийся

исключительно для измерения времени. В биографии Го Шоу-цзиня, приведенной в «Сборнике прозы династии Юань» («Юань цзюэи»), говорится:

«... На приборе было установлено двенадцать фигур. Каждая фигура появлялась в соответствующий момент в одной из четырех дверей, неся деревянную дощечку с обозначением односплоного часа. У дверей стояла другая фигура и указывала пальцем цифру, соответствующую четверти двойного часа». Этот прибор в какой-то степени походил на европейские часы XVII в.

По инициативе Го Шоу-цзиня были определены географические широты 27 крупнейших китайских городов, расположенных в разных частях страны. В этот период в Китае были созданы 22 астрономические станции (обсерватории), на которых велись наблюдения за сменами сельскохозяйственных сезонов в разных областях страны, за продолжительностью дня и ночи, а также вычислялись и отмечались обстоятельства полных и частных солнечных и лунных затмений. К числу этих обсерваторий относится и Пекинская обсерватория, существующая до настоящего времени.

Го Шоу-цзинь знал, что для составления точного календаря нужно прежде всего производить наблюдение небесных светил и изучать их движение. Путем систематических наблюдений им была довольно точно установлена продолжительность года, принятая в календаре «Шоуши ля» — 365,2425 суток. Эта величина отличается от современного значения продолжительности года только на 26 секунд. Практически продолжительность года в этом календаре была такая же, как и во введенном в Европе григорианском календаре, но календарь «Шоуши ля» был введен в действие в 1281 г., т. е. за 300 лет до григорианского календаря.

В календаре «Шоуши ля» по сравнению с ранее действовавшим были даны следующие дополнительные сведения: таблицы движения Солнца по эклиптике (на каждый день), таблицы движения Луны по ее орбите; сведения об отклонении эклиптики от экватора.

Таблицы движения Солнца и Луны составлялись с применением метода интерполяции (аналогичного метода, применяемому в настоящее время) с образованием разностей не только первого и второго, но и третьего порядка

«саньча», что свидетельствует о большой точности астрономических вычислений того времени.

Го Шоу-цзинь был культурнейшим человеком своего времени, энергично боролся против астрологий и суеверия. По его настоянию из календаря были исключены предсказания событий на Земле по взаимному расположению звезд, планет, Солнца и Луны.

Он составил более точные таблицы для определения координат Солнца и Луны, на основании наблюдений определил наклон эклиптики и нашел его равным $23^{\circ}33\frac{2'}{3}$

(на 1',5 больше принятого ранее значения). Любопытно отметить, что определенная Го Шоу-цзинем широта города Пекина только на несколько долей минуты расходится с действительной широтой.

После покорения Китая монголами владения последних раскинулись от Восточной Азии до Западной Европы. В это время в Китай приезжало много иностранных купцов, дипломатов, путешественников. Китай поддерживает оживленные культурные связи с Индией, а также со странами Центральной Азии и Восточной Европы. Китай в средние века был известен на Среднем Востоке как страна древней и высокой культуры, имевшая большое количество ученых. Китайские астрономы, врачи, историки, военные инженеры приглашались для работы в арабские страны.

В Марагинской обсерватории близ Тавриза, созданной Насируддином Туси (1201—1274 гг.) и оказавшей большое влияние на развитие арабской астрономии, работали и совершенствовались астрономы из различных стран, в том числе и из Китая. Между Пекинской и Марагинской обсерваториями происходил обмен научными достижениями. В 1267 г. в Пекин приезжал известный арабский астроном Джемаледдин, работавший в Марагинской обсерватории. Он привез с собой инструменты арабского типа. В летописях династии Юань сохранились описания и рисунки приборов, привезенных из Мараги. В это же время руководитель Пекинской обсерватории Го Шоу-цзинь сконструировал оригинальные астрономические приборы, причем некоторые из них содержали в себе черты, присущие арабским инструментам. Джемаледдин

составил для китайцев календарь «Вань-нянь» с учетом достижений арабской астрономии.

Во времена династии Юань из Индии в Китай был привезен календарь «Ванван ли». Его тщательно изучали китайские астрономы и при составлении своих календарей учитывали опыт и достижения индийской астрономии. В 1384 г. в Китае был принят новый календарь «Датун ли», но фактически это был тот же календарь «Шоунли», только под другим названием. Продолжительность года в календаре «Датун ли» была принята равной 365,2425 суток, продолжительность месяца — 29,530593 суток. За начало эпохи этого календаря, так же как и календаря «Шоунли», был принят момент зимнего солнцестояния 1280 г. Количество суток от начала календаря до начала цикла «цзяцзы» было принято равным 55,060. Количество суток до новолуния также было вычислено и принято равным 20,205. Начало любого из 24 сельскохозяйственных сезонов от момента зимнего солнцестояния определялось по этому календарю формулой

$$\frac{365,2425}{24} \times N + 55,060 \text{ суток,}$$

где N — порядковый номер сезона.

В общей сложности календарь «Датун ли» существовал 270 лет при династиях Юань (1280—1368 гг.) и Мин (1368—1644 гг.). Это был последний чисто китайский календарь.

VI. О КИТАЙСКИХ КАЛЕНДАРЯХ XVIII—XIX ВЕКОВ

1. Календарь как кодекс поведения в повседневной жизни

Календарь у китайцев с древних времен играл очень важную роль. Астрономы прилагали много стараний, чтобы более точно определить продолжительность года и месяца и тем самым лучше сочетать солнечный и лунный календари.

Для усовершенствования календаря, как мы видели выше, была создана специальная Астрономическая колле-

гия, в которую наряду с опытными практиками и видными теоретиками входили и молодые астрономы. Во времена династии Цин (1644—1911 гг.) коллегия состояла из трех подкомиссий: первая занималась непосредственно составлением календаря, вторая — выполнением астрономических наблюдений и третья — хранением времени с помощью водяных часов.

Коллегия заблаговременно разрабатывала для следующего года два варианта календаря: один для членов императорской династии и высших чиновников и второй для всеобщего пользования.

В обоих вариантах календаря содержались таблицы продолжительности месяцев и «точное время» наступления моментов полнолуний, новолуний и вообще смены фаз Луны; моменты солнцестояний и равноденствий; время начала сельскохозяйственных сезонов; таблицы времен восхода и захода Солнца для главнейших городов империи.

В первом варианте, кроме того (очевидно, в астрологических целях), давались сведения о положении планет относительно звезд.

В календаре указывались «счастливые» и «несчастливые» дни для выполнения тех или иных дел и мероприятий.

Эти дни устанавливала Астрономическая коллегия, якобы сообразуясь со свойствами духов, управляющих природой.

В Китае наряду с конфуцианством — нравственным учением, призывающим к самоусовершенствованию и поклонению культу предков, были широко распространены буддизм и даосизм. С древних времен китайцы проявляли большую веротерпимость. Даже храмы различных вероисповеданий строились рядом, и китаец, отправляясь совершить религиозный обряд, часто в один и тот же день заходил в три храма: конфуцианский, где просил духов своих предков о помощи и заступничестве, затем с этой же просьбой он обращался к будде и божествам в буддийском храме и к пантеону святых в даосском.

Любопытно привести свидетельство одного из христианских миссионеров в Китае:

«Можно признать бесспорным тот факт, что китайцы относятся с большой терпимостью ко всяким чужим религиям и никогда не

решатся на преследование новых учений, если только последователи этих учений не оскорбляют общественную нравственность, народные обычаи, не посягают на свободу других и не противодействуют администрации страны¹⁾.

По представлениям китайцев верховный владыка неба, «Шанди», регулировал времена года, заботился о смене дня и ночи, управлял движением светил, заведовал произрастанием растений и он же занимался делами людей²⁾. Днем чествования Шанди с древних времен был назначен день зимнего солнцестояния, так как Солнце в этот день завершало обход двенадцати зодиакальных созвездий, которые ему определены Шанди для пребывания в течение года.

Для занятия более мелкими делами, по мнению китайцев, существовала целая армия духов, имевших строгую иерархическую лестницу. Главными в этой армии были духи Солнца, Луны, звезд и Земли. Планеты и созвездия также имели своих духов, от которых зависели ветры, дожди, грозы, землетрясения и другие геофизические явления на Земле. Затем шли духи гор, рек, лесов. Несколько ниже по иерархической лестнице располагались духи — покровители наук, искусств, ремесел, торговли. Затем духи городов, деревень и отдельных местечек. И наконец в самом низу помещались духи, заведовавшие домашним очагом, двором, крышей, воротами и т. п. Из суеверного страха не возбудить гнев того или иного духа китайцы и обращались к календарю, чтобы узнать, можно или нет приступить к задуманным на сегодня делам.

Для примера приведем несколько «счастливых» и «несчастливых» дней по календарю 1833 г.³⁾

С 21 по 25 января, с 4 по 9 февраля небо оказывает милость.

16 января, 4 февраля, 5 апреля небо прощает.

¹⁾ Паркер Э., Китай, его история, политика и торговля с древнейших времен до наших дней, СПб., 1903 стр. 529.

²⁾ Коростовец И., Китайцы и их цивилизация, СПб., 1896, стр. 450—51.

³⁾ Сведения взяты из материалов О. М. Ковалевского «О китайском календаре», Ученые записки Казанского университета, 1834.

В календаре, кроме того, указаны еще числа, на которые приходится следующие дни: любимые небом, счастливые для хлебных магазинов, благодетельные дни Луны, дни соединения Луны с Солнцем.

По 67 занятиям и делам должны были справляться в календаре о благодетельных днях для их начала члены высшего китайского общества и по 37 делам простые люди Китая.

2. Выдержки из китайских календарей прошлого столетия

Прежде, чем привести пример из старого китайского календаря, рассмотрим порядок обозначения дат в этих календарях. Счет годов, как уже отмечалось выше, велся двойко: по эрам царствования того или иного императора и по таблицам циклических знаков. В году было 12 (в високосном 13) месяцев, счет которых шел по порядку с нового года начиная с первого; иногда применялся счет месяцев (лун), связанный с временами года: первая весенняя луна, последняя осенняя и т. д. Месяцы, кроме того, получали названия еще и по таблицам циклических знаков. Каждый месяц начинался с момента новолуния.

Дни считались также по порядку, как и месяцы, например, первый день второй луны, четвертый день шестой луны и т. д. Сутки начинались с полночи. Мы знаем, что счет дней велся и по «таблицам циклических знаков». У китайцев с древнейших времен сутки делились на 12 двойных часов, имевших названия по небесным ветвям. Каждый час делился на восемь частей «кэ». Каждый «кэ» делился на 15 «хуби». Таким образом, наименьшая единица времени равнялась нашей минуте.

В 1670 г. в Китае было введено деление суток по европейскому образцу на 24 часа. Каждый час делился на 60 «фынь» (минут) и каждая «фынь» делилась на 60 «мяо» (секунд).

Приведем образец записи из китайского календаря (по О. М. Ковалевскому), относящейся к первому весеннему месяцу:

«Первая весенняя луна малая (29 дней), мужская, железа и бобра. В 22 число, мужское, огня и коня последней зимней луны

предыдущего года, в час пса, четвертый «кэ» началось посевное время.

В первой весенней луне можно ходить и ездить к югу и совершать дела и поручения, отсюда присланные. Лед тает от восточного ветра. Земляные черви начинают двигаться. Рыбу беспокоит лед, над ней лежащий. Бобр поедает рыбу. Дикие гуси переделяют к северу. Почки деревьев и растений распускаются.

Приведем еще календарный листок за 1-е число первого весеннего месяца:

«1-е число, мужского дерева и зайца. Стихия воды. Солнце восходит в час зайца, восьмой «кэ», второй «хуби»: заходит в час курицы, первого «кэ», тринадцатой «хуби». День продолжается 41 «кэ» 11 «хуби», ночь 54 «кэ» 4 «хуби». В этот день можно принимать должность или поручения, свататься, звать гостей, выходить из дому, особенно в час зайца; а также мыться, бриться, совершать купчие, обмениваться товарами, подметать дом, но нельзя сеять и сажать деревья. Месяц начинается с «часа мыши» с восьмого «кэ» пятой «хуби»¹⁾.

Разработанный коллегией проект календаря на следующий год должен был получить одобрение императорского двора.

Представление календаря императору для одобрения и последующее его распространение было обставлено большими церемониями, свойственными старому Китаю.

Рукопись календаря представлялась во дворец в первый день среднего весеннего месяца предшествующего года. Коллегия готовила и издавала одобренный дворцом календарь не позднее первого дня четвертого лунного месяца. Этот календарь предназначался для лиц царствующей династии, высших чиновников и, кроме того, по одному экземпляру для каждой провинции. Календарь печатался на трех языках: китайском, маньчжурском и монгольском. В каждой провинции календарь размножался и распространялся среди населения.

Готовый календарь приносили в императорский дворец в первый день девятой луны. Члены коллегии в парадных одеяниях со знаками отличия раскладывали календари на столах. На первом позолоченном столе в жел-

том (императорский цвет!) шелковом переплете лежали 40 экземпляров календаря, предназначенных для императора и членов его семьи.

Затем выносили календари в красных шелковых переплетах для государственных чиновников. Шествие и вручение календарей сопровождалось торжественной музыкой.

В провинциях календарь размножался и также торжественно вручался высшим гражданским и военным чиновникам. Простой народ приобретал календарь без всяких торжеств.

VII. ЕВРОПЕЙСКИЕ МИССИОНЕРЫ В КИТАЕ

1. Проникновение европейских миссионеров в Китай

О древнейшем проникновении в Китай христианских миссионеров (в VI в.) свидетельствует мраморная плита, найденная в Сиани в 1625 г., на которой выгравировано восхваление христианства¹⁾.

Начало католической пропаганды в Китае относится к концу XIII в., когда приехал представитель римского папы Монтекорвино, которому удалось заручиться покровительством царствовавшего тогда императора Хубилая.

Вторично католические миссионеры (иезуиты) появились в Китае в XVI в. вслед за укреплением на юге Китая (в Макао, Нинбо и т. д.) европейских купцов. В 1581 г. в Китай прибыли Маттео Риччи и Михаил Руджиерри. Они действовали с большой осторожностью и постепенно завоевывали авторитет у китайских властей. Следует сказать, что католические миссионеры в то время были знакомы с последними достижениями европейской науки. Миссионерам удалось завязать отношения с влиятельными евреями при императорском дворце и добиться приглашения в Нанкин, а затем и в Пекин. У Маттео Риччи учились несколько китайских астрономов. Особое

¹⁾ Ковалевский О. М., О китайском календаре, Уч. зап. Казанского ун-та, 1834 г.

²⁾ Коростовец И., Китайцы и их цивилизация, стр. 112.

место среди них занимает Сюй Гуан-ци (1562—1633 гг.), хорошо изучивший европейскую астрономию и уделявший много внимания вопросам внедрения ее в Китае.

Сюй Гуан-ци родился в городе Цзянине. Он был образованнейшим человеком своего времени, занимался



Сюй Гуан-ци.

научной деятельностью и написал много трудов по астрономии, уделяя большое внимание практическому внедрению достижений астрономии. С этой целью он разрешил миссионерам построить на своей земле обсерваторию Зиковой, существующую и в настоящее время.

2. Дискуссия о введении нового календаря в Китае

Хотя в целом китайские календари были достаточно точными и довольно хорошо выполняли свои функции, среди китайских астрономов после ознакомления с европейским календарем в конце XVII и начале XVIII вв. шла оживленная дискуссия по вопросу о календарной системе.

В процессе проведения дискуссии мнения разделились. Одни считали, что нужно оставить без изменения существующую календарную систему «Датун ли», в основу которой были положены с очень небольшими изменениями данные из системы «Шоупи ли». Другая группа ученых высказывалась за возвращение к календарной системе «Увэй ли», и, наконец, третья группа была за создание календарной системы, разработанной с учетом достижений европейской науки. Может быть, спор тянулся бы долго, но его разрешению пришлось внезапно. 15 декабря 1610 г. произошло солнечное затмение, совпавшее с моментом, предсказанным европейскими миссионерами. После этого иезуитам было поручено разработать новую календарную систему. Над решением этой задачи они трудились много лет.

Один из иезуитов, Террентиус, поддерживал связь с Кеплером. Как известно, в 1627 г. Кеплер закончил составление таблиц, дававших возможность вычислять для любого момента времени положения планет на орбите с высокой точностью. Эти таблицы вскоре были привезены в Китай.

3. Действия европейских миссионеров в Китае в XVII—XIX вв.

Иезуиты познакомили китайцев не только с принятыми в Европе календарными системами, но также и с европейскими астрономическими инструментами. В 1618 г. Террентиусом и Эммануилом Даиссом был привезен в Китай телескоп, недавно изобретенный в Европе. Иезуиты, демонстрировавшие этот прибор, в частности, указывали, что с его помощью можно увидеть пятна на Солнце.

Каково же было их удивление, когда китайские астрономы им ответили о том, что пятна на Солнце в Китае наблюдаются уже свыше 1500 лет, так как первые записи об этом сделаны еще во времена династии Хань в 28 г. до н. э.

В первой половине XVII в. в Китае, при активном содействии группы астрономов во главе с Сюй Гуан-ци, было введено деление окружности на 360° ; введена система отсчета широт от экватора и счета долгот в европейской системе.

После свержения династии Мин и вхождения династии Цин (1644—1911 гг.) жившие в Китае иезуиты поспешили объявить себя приверженцами новой династии. Они знали, что по существующей традиции новая династия захочет «облагодетельствовать» народ и введет новую календарную систему, и предложили уже разработанную ими ранее систему. На втором году царствования Шунь-чжи, т. е. в 1645 г., была опубликована подготовленная совместно китайскими астрономами и иезуитами календарная система «Шисян ли», в основу которой были положены европейские данные; так, например, продолжительность года в этом календаре была принята по Тихо Браге. Система «Шисян ли» — это чуть-чуть измененная система «Синьфа ли», разработанная иезуитами ранее. В 1684 г. для сочетания новой календарной системы с древними китайскими системами за начало года были приняты первые сутки цикла «цзя-цзы», но это не изменило существа самой системы, которая действовала до 1741 г.

Введение календарной системы с учетом достижений европейских знаний не означало, что китайские календари были неверны или плохи. Нидем по этому поводу пишет: «Китайцы сами изобрели очень хороший календарь еще до иезуитов. Они составили геометрические модели Солнечной системы и производили необходимые математические вычисления с большой точностью»¹⁾.

Составление точных календарных систем было бы невозможно без хороших астрономических инструментов.

¹⁾ Needham J., Science and civilisation in China, Vol. III, p. 447.

Еще в 1629 г. Сюй Гуан-ци поставил вопрос об изготовлении секстанта, армиллярной сферы, телескопа, буссоли и экваториального теодолита с учетом достижений европейской астрономии. Эти замыслы были осуществлены после его смерти.

В 1669 г. была пачата большая реконструкция Пекинской обсерватории, которая проводилась под наблюдением иезуита Фердинанда Вербста (Най Хуань-чжэня). Во время этой реконструкции старые инструменты времен династий Юань и Мин были перевезены в восточную часть города, а вместо них установлены вновь изготовленные приборы: эклиптическая армиллярная сфера (1671 г.), экваториальный теодолит (1673 г.), небесный глобус (1673 г.), азимутальный круг (1678 г.), квадрант (1673 г.), секстант (1673 г.)¹⁾.

Впоследствии Пекинская обсерватория пополнялась новыми астрономическими инструментами; так, в 1715 г. был изготовлен и установлен горизонтальный теодолит, в 1744 г. отремонтирован гномон, а в 1746 г. — водяные часы. Часть этих инструментов сохранилась до наших дней и в настоящее время находится на астрономических обсерваториях в Пекине и Нанкине.

Составленный китайскими астрономами совместно с иезуитами календарь «Шисян ли» действовал около ста лет. Начало солнечного затмения, происшедшего в 1730 г., несколько разошлось со временем, указанным в календаре «Шисян ли». После этого было принято решение об уточнении составленных ранее таблиц движения Солнца. С 1730 по 1741 г. Астрономическая коллегия переработала и уточнила таблицы движения Солнца, Луны и всю существовавшую календарную систему. В 1742 г. был обнародован новый календарь «Гуймаоюань ли», в котором количество суток в году было принято по Ньюкомбу, т. е. в соответствии с европейским календарем. Календарь «Гуймаоюань ли» существовал с 7-го года Цань-Луна до конца династии Цин, т. е. с 1743 по 1911 г.

В 1650 г. китайский астроном Сюе Фэн-чу, знавший учение Коперника, написал книгу «Тяпскойкуйту»; этот труд является связующим мостом между европейской

¹⁾ В скобках указан год изготовления инструментов.

и китайской астрономии. Этот же автор в другом труде «О солнечных затмениях» впервые в истории китайской астрономии при расчетах орбиты движения Солнца применил логарифмы. Новые методы вычисления орбит движения небесных светил начинают активно внедряться в Китае во второй половине XVII в. Так, астроном Сэй Фа в 1688 г., используя новые методы, рассчитал координаты звезд и составил карту звездного неба. При этом он в труде «Гяньюаньши ли» пропавшей сравнение положений некоторых звезд с их положением во времена древнейшей династии Чжоу.

В начале XVIII в. китайские астрономы Хо Ко-тун, Мэй Чу-тин и Ли Чуан-чу в своих трудах по истории китайской астрономии указывали, что европейские миссионеры дали китайской астрономии кое-что новое. Однако с начала XVIII в. иезуиты почти не занимались научной деятельностью, а целиком сосредоточились на вопросах торговли и проповедничества христианской религии. О недостаточной добросовестности иезуитов при выполнении астрономических определений, служивших основой для составления карты Китая, еще в прошлом веке писал наш соотечественник К. А. Скачков. Координаты пунктов, указанные иезуитами для южной части китайского Туркестана, отличались иногда не целым градусом от координат, определенных русскими исследователями Китая¹⁾. «Иезуиты утверждали, что они провели много астрономических определений, прошли много маршрутов, но они не оставили (а значит, и не имели) дневников своих астрономических экспедиций. Они выполняли астрономические наблюдения только в некоторых районах, близко лежащих к Пекину, а все остальные цифры широт и долгот, доставленные ими в Париж, они приобрели циркулем по приблизительному масштабу с китайских карт»²⁾. Для того чтобы полностью понять деятельность иезуитов в Китае, следует отметить, что иезуитский орден являлся богатейшим собственником. Ему принадлежали в Китае фабрики, фермы, гостиницы и даже целые городские кварталы (в Шапхае).

¹⁾ Скачков К. А., Судьба астрономии в Китае, стр. 5.

²⁾ Там же, стр. 8.

В период 1857—1860 гг. американские миссионеры Мартин и Вильямс, а также французские миссионеры Мути и Деломф принимали непосредственное участие во время агрессивных действий объединенной англо-французской армии против Китая. В 1870 г. европейцы сировоцировали кровавые события в Тяньцзине. Против миссионеров выступили широкие массы китайских трудящихся. В выступлениях против враждебной деятельности миссионеров в 1891 г. в Чаояне приняли участие несколько десятков тысяч человек.

VIII. НАРОДНЫЕ БЫТОВЫЕ ПРАЗДНИКИ; КАЛЕНДАРИ НАЦИОНАЛЬНЫХ МЕНЬШИНСТВ

1. Народные праздники в Китае, связанные с лунно-солнечным календарем

В Китае помимо государственных праздников, праздника в честь образования Китайской Народной республики 1 и 2 октября и Международного дня трудящихся 1 Мая, существуют еще бытовые праздники, освященные многовековой традицией. Главнейшими из них являются «Юаньдань», «Дуань-у», «Чжун-цю» и другие. Празднование «Юаньданя» — Нового года начинается в первый день первого в году месяца по лунному календарю.

Раньше, приблизительно через месяц после Нового года, праздновался самый большой народный праздник в Китае — праздник Весны. После установления в Китае народной власти было принято решение: переименовать праздник Нового года в праздник Весны. Праздник Весны связан с древнейшими китайскими обычаями. В основе этого праздника, несомненно, лежит стремление отметить окончание зимы, начало пробуждения природы. Эти традиции сохранились и до настоящего времени, но только сам праздник отмечается вместе с Новым годом. В далеком прошлом новогодние торжества длились в Китае более двадцати дней. Крестьяне, напряженно работавшие весь год, лишь в это время могли отдохнуть, а если у них имелись кое-какие запасы, то и позволить себе праздничное угощение.

К Новому году все хотят поехать к своим родным, возвратиться в родные места, — так требует старинный обычай. Поэтому в дни, предшествующие празднику, идет большое передвижение населения: жители, где бы они ни находились, спешат в свои семьи.

Празднование Нового года начинается за неделю до праздника стрельбой хлопучиками. Этот обычай возник в глубокой древности и восходит ко временам династии Хань (206 г. до н. э. — 220 г. н. э.). Первый взрыв хлопучики символизирует проводы «бога очага» — «Цзао-цзюня» на небо. Существовало поверье, будто «Цзао-цзюнь» в конце каждого года на белой лошади поднимается на небо для доклада верховному владыке о всех хороших и плохих делах, совершенных той или другой семьей за истекший год. В результате этого доклада совершенным добро ниспосылается счастье, а творившим зло — возмездие в виде всяких несчастий.

Чтобы отправляющийся в этот день в небесное путешествие бог очага сделал доклад верховному владыке в желательном духе, перед его изображением зажигали ароматичные курительные палочки и свечи из растительного воска, приносили чай, вино, рис, ячменный сахар, пирожки из клейкого риса и прочие яства, а над очагом наклепвалась полоска бумаги со словами «поднимешься на небо — докладывай о хороших делах». Сахаром и пирожками из клейкого риса Цзао-цзюня потчевали с той целью, чтобы липкая масса склеила ему губы и он не мог рассказать на небе о совершенных членами семьи недостойных делах. Хотя в настоящее время большинство семейств Цзао-цзюню уже ничего не преподнесут, однако обычай есть в этот день ячменный сахар все еще существует. Следует отметить, что китайцы во все времена относились к своим богам довольно напиратски. Они не питают к ним большого уважения. «Китаец считает возможным, когда этого требуют обстоятельства, обмануть свое божество, подкупить его, наказывать, испугать, успокоить, прогнать, наградить, — одним словом, — проделать все, что необходимо для достижения какой-нибудь практической цели»¹⁾.

¹⁾ Коростовец И., Китайцы и их цивилизация, стр. 560.

Так, например, во время засухи китайцы неоднократно обращаются к богу о ниспослании дождя, и если видят, что их просьбы не удовлетворяются, то выносят статую бога на улицу и оставляют ее на солнцепеке, чтобы бог сам почувствовал, как тяжело жить без дождя.

В предпраздничные новогодние дни в каждом доме производится тщательная уборка. Затем готовится праздничное угощение в каждой семье: нянчао — лепешки из муки клейкого риса; нянбин — круглое печенье; нянцай — особое новогоднее блюдо. Готовить большое количество кушаний пужно и потому, что лавки и продовольственные магазины в праздники закрыты.

У входа в дом на воротах или на стенах домов наклеиваются картинки с изображением «духов ворот» — двух воинственных братьев — богатырей Шэнь-ту и Юй-ди. Они, по верованию китайцев, стерегут восточный и северный входы в небесный чертог и обладают властью укрощать демонов. Поэтому с древних времен жители Китая, чтобы защитить дома от злых духов, стали наклеивать изображение богатырей на своих жилищах. Кроме этих картинок, китайцы наклеивают на ворота и стены своих помещений картины с изображением легендарных персонажей и известных исторических личностей, а также картины с изображением детей, рыб, птиц, цветов, насекомых. Каждое из этих изображений символизирует долголетие, счастье, богатство, мир, многочисленное мужское потомство и т. п.

Кроме картинок, у китайцев уже более тысячи лет распространен обычай украшать двери своих жилищ еще специальными рифмующимися изречениями с пожеланием счастья. Они пишутся на полосах красной бумаги черной тушью и наклеиваются на обе половинки дверей друг против друга. Над входной или внутренней дверью было принято наклеивать надпись «откроешь дверь, увидишь радость», или «спокойствие есть счастье». На стене против выхода из дома можно было увидеть надпись «выйдешь из дома, увидишь радость»¹⁾. Иногда вместо изречений пишут отдельные иероглифы, например, иероглиф «фу» — счастье.

¹⁾ Стариков В. С., Материальная культура китайцев, «Наука», 1967., М., стр. 59.

Перед праздником у китайцев принято украшать свои жилища фонариками. На окнах наклеиваются искусно выполненные из красной бумаги художественные вырезки. Все это создает приподнятое праздничное настроение.

По старому китайскому обычаю в канун Нового года вечером все члены семьи, одетые в праздничные одежды, садятся за праздничный стол. В эту ночь никто не спит. Всюду зажигаются фонарики, гремят хлопушки, пьют вино, рассказывают забавные истории. По народному поверью в этот день возвращается с неба бог очага Цзао-цзюнь, который неделю тому назад отправился к верховному владыке для доклада, а вернувшись домой, дарует людям счастье. В этот день на кухне вывешивается его новое изображение, которое остается висеть до следующего новогоднего праздника.

Ранним утром первого дня с наступлением «пятой стражи» (с 3 до 5 часов утра) раскрываются двери домов, раздаются усиленная пальба хлопушек. В этот момент происходит «встреча Весны». В дни Нового года китайцы ходят друг к другу в гости, поздравляют друг друга с новым годом, играют в различные игры, например, в провинции Юньань распространена игра в бумажные шары, во время которой мужчины и женщины, разделившись на две группы, перебрасывают друг другу бумажные шары. В провинции Гуандун распространены качели.

Одним из повсеместно распространенных представлений в эти дни являются танец дракона и льва. Дракон и лев делаются из материи. Танец исполняется группой, состоящей не менее чем из 10 человек, под звуки ударных инструментов: гонга и барабана.

Продолжающийся две недели (в настоящее время — три дня) праздник Весны завершался весельем и торжественным праздником фонарей «Юаньсяоцзе» (или «Денцзе»). Обычай отмечать этот праздник возник в Суйскую династию при императоре Ян-ди (605—617 гг.). В ночь под праздник внутри и снаружи всех домов вывешивались сделанные из бумаги и стекла разноцветные фонари со свечами. Фонари бывали самых разнообразных форм: в виде шариков, плодов, рыб, драконов, кузнечиков и т. п. Часть фонарей делались вращающимися.

На многих из них писались загадки, называемые «Дэн-ми» (загадки на фонарях). Отгадавший загадку получает подарок. 15 числа первого месяца бывает первое в новом году полнолуние, поэтому в этот день во всех китайских домах едят особое кушанье, «юаньсяо», представляющее собой катышки из муки белого клейкого риса со сладкой начинкой, величиной с грецкий орех, символизирующие полную Луну.

Праздник «Юаньсяоцзе» является кульминационным моментом и полным завершением праздника Весны. Встречать праздник Весны в Китае было впервые запрещено в 1966 г. в связи с проведением «культурной революции». До этого праздник отмечался ежегодно подряд свыше двух тысяч лет!

П р а з д н и к «Д у а н ь-у» (или «ся-цзе») — начало лета — один из важнейших старинных народных праздников в Китае празднуется пятого числа пятого месяца. Более двух тысяч лет назад на обширной территории Китая уже существовали разнообразные праздничные обряды. К этому времени пышно разрастаются и расцветают травы и цветы, созревают персики и сливы, вместе с этим появляется масса всяких насекомых. Для предохранения от укусов ядовитых насекомых люди идут на поля собирать полынь и развешивают ее перед входом в жилище. Вырезают из бумаги изображения ящериц, скорпионов и т. п. и наклеивают их на окна с целью предохранения домов от насекомых и пресмыкающихся. С этой же целью вяжут и вешают снопы из пшеничной соломой и конопля.

Во всех домах к празднику готовят кушанье «чжунцзы» — наподобие пудинга из риса, завернутого в тростниковые листья с начинкой внутри, а также «удубин» — пряники из пресного теста.

В этот же день отмечают память великого поэта — патриота древнего Китая Цай Юаня, жившего в периоды «Чуньцю» и «Чжаньго». Согласно преданию Цай Юань был благородным человеком и преданным долгу сановником-аристократом в государстве Чу. Оклеветанный завистниками, он попал в опалу и был изгнан. Видя продажность и коррупцию правящей верхушки и понимая, что политика этой верхушки является причиной неис-

числимых страданий народа и может привести к гибели родины, Цай Юань в припадке острой тоски в 277 г. до н. э. в знак протеста покончил с собой, бросившись в реку Мило около города Чанша (современная провинция Хунань). Услышав о гибели свободолюбивого и гордого поэта, жители на многочисленных лодках отправились вылавливать его тело, но так и не нашли его.

С тех пор каждый год в этот день китайцы ездят на лодках по рекам и озерам в знак скорби о поэте. Трогательное проявление народной любви к Цай Юаню видно из жертвенного обряда, возникшего после смерти поэта: в этот день праздничное кушанье «чжунцзы» кладут в бамбуковые палочки и, обвязав шелковыми нитями, бросают в воду с целью насытить водяного дракона, чтобы он не тронул тело поэта.

В первый день пятого из двадцати четырех сезонов, на которые делится год, отмечается праздник «Цинмин» («Полная ясность»). По общепринятому календарю он всегда приходится на 4 или 5 апреля. В Китае существует поговорка «Черпеды года не знают пощады», т. е. время неизменно берет свое.

В старину «Цинмин» называли «Ханьшань» («Холодная пища»). В этот день жители городов, захватив с собой приготовленную накануне пищу, совершали загородные прогулки. С древних времен таким образом китайцы чтят память Цэ Цзы-туя, жившего в эпоху «Чуньцю» и совершившего много славных дел во имя своей родины. Цзиньский ван хотел было привлечь его на свою сторону, но Цэ Цзы-туй не захотел служить ему и скрывается в горах Мяньшань. Позже он был схвачен и сожжен заживо. Это случилось как раз накануне праздника «Цинмин». Народ, желая отметить стойкость и высокие моральные качества Цэ Цзы-туя, не пожелавшего служить вану даже за большие деньги, решил с наступлением праздника в течение трех дней питаться только холодной пищей, чтобы не разводить в очагах огня и не причинить тем самым страдания душе Цэ Цзы-туя.

В старину было принято в этот день развлекаться всевозможными играми: перетягиванием каната и игрой в мяч (отдаленно напоминающей нашу игру в футбол).

К празднику «Цинмин» на севере и в средней полосе Китая земля покрывается зеленой травой, распускаются цветы, и это действительно чудесная пора для прогулок. До начала так называемой «культурной революции» учащихся средних и начальных школ в Китае в это время отпускали на весенние каникулы. В этот же день издревле существует обычай посещать и приводить в порядок могилы предков; сажать около них деревья.

Праздник «Чжун-цю» («Середина осени») или «Юйла-хай» отмечают 15 числа седьмого лунного месяца. Это один из больших народных праздников. К этому времени уже созрел и убран урожай — можно и отдохнуть. Праздник всегда приходится на полнолуние. В этот день приносят в жертву Луне плоды и овощи. Над воротами вешают фонари. Ходят друг к другу в гости и едят арбузы и фрукты, а также дарят белые лепешки с нарисованными на них фигурками людей и зверей. Раньше крестьяне праздновали этот праздник две недели.

Праздник «Чуньян» отмечается в девятый день девятого лунного месяца. Это время уже глухой осени. Убран хлеб. Стоит ясная, прохладная погода, жители отправляются на прогулку в поля и горы, где воздух особенно чист и прозрачен. К празднику готовят на пару особые праздничные пирожные из пшеничной или рисовой муки. В этот день замужние дочери приезжают в дом к своим родителям.

В восьмой день двенадцатого месяца (по старому календарю) отмечается «день лобя» — «день изгнания злых духов». Этот праздник празднуется со времен Ханьской династии. В X в. во времена династии Сун он был совмещен с одним из буддийских праздников. В этот день китайцы готовят особое кушанье «цибаоувайжоу» («кашица из семи сокровищ, обладающая пятью вкусами») или «лабачжоу».

Этому празднику китайцы уделяют большое внимание, так как после него до Нового года (праздника Весны) остаются считанные дни.

22 декабря в Китае празднуют день зимнего солнцестояния. Раньше в этот день чиновники совершали поклонение перед табелем с именами ванов —

правлящих князей. В этот же день приносились жертвы верховному божеству на небе Шань-ди.

Следует отметить еще один праздник — «Ци си», отмечаемый в седьмой день седьмого лунного месяца. С этим праздником связана легенда о Пастухе и Ткачихе, одна из самых прекрасных легенд, созданных китайским народом. Пастух — трудолюбивый и добрый молодой крестьянин. Ткачиха — дочь небесного царя Цзао-цзюня. Однажды, когда она с сестрами спустилась на землю и купалась в озере, Пастух нашел ее прекрасную одежду и спрятал в кустах. В виде выкупа он потребовал, чтобы Ткачиха стала его женой. После женитьбы Пастух нахал, а Ткачиха прятала пряжу. Узнав о их свадьбе, сильно разгневалась богиня небесного царства Ванму и, собрав небесное войско, спустилась на землю и насильно заставила Ткачиху возвратиться обратно на небо. А когда Пастух, держа в руках двоих детей, стал наговаривать Ткачиху, Ванму вынула из притески шпильку и начертила на небе серебряную реку — Млечный Путь, разделив этой рекой мужа и жену, детей и мать. Несмотря на всю свою жестокость, Ванму согласилась на то, чтобы влюбленные Пастух и Ткачиха встречались раз в год — в седьмой день седьмого лунного месяца. В этот день к серебряной реке прилетает бесчисленное множество сорок. Они образуют в небе мост, по которому Пастух и Ткачиха устремляются друг к другу.

Эта легенда уходит в далекое прошлое китайского народа. Известно, что император Ханьской династии У-ди (140—86 гг. до н. э.) установил на озере Куньмин каменные статуи Пастуха и Ткачихи. В народе широко распространены обычаи, связанные с днем седьмого июля; так, например, к этому дню женщины и девушки ткнут красивые «сянцзилоу», маленькие кошечки из шелковых ниток — подарок для своих любимых.

2. Календари национальных меньшинств Китая

После Синьхайской революции 1911 г., свергнувшей монархию, Китай принял общеевропейский календарь, которым в настоящее время пользуются по всей стране все учреждения, организации, промышленные и торго-

вые предприятия, учебные заведения, сельскохозяйственные производственные кооперативы. Однако существовавшие у отдельных народностей собственные системы исчисления времени, к которым они привыкли, сохранились до сих пор.

Мусульманский календарь Как известно, мусульманский календарь применяется в арабских странах и в районах, населенных последователями ислама. Китайская Народная республика является многонациональной страной. В районах, где проживают мусульмане (дунгане, уйгуры, казахи и др.), со времен династии Юань (1280—1368 гг.) принят и действует мусульманский лунный календарь. В этом календаре течение календарных месяцев связывается только с изменением фаз Луны и не зависит от движения Солнца.

Метод исчисления времени по лунному календарю несколько похож на метод, применяемый в сельскохозяйственном китайском календаре «сунли». Разница состоит в том, что в мусульманском календаре не бывает добавочных месяцев. Год по мусульманскому календарю состоит из 12 месяцев, причем каждый нечетный месяц содержит 30 суток, а каждый четный — 29 суток. За начало месяца принимаются сутки, в которые на небесном своде появляется серп Луны. Продолжительность лунного месяца равна 29,5306 суток, отсюда продолжительность года должна быть равна

$$29,5306 \times 12 = 354,3671 \text{ суток.}$$

Дробная часть суток в одном году равна 0,3671, через 10 лет она возрастет до $3\frac{1}{2}$ суток. Чтобы исправить это положение, нужны високосные годы. Приняты два соотношения:

$$354,3671 \times 8 = 2834,937 \text{ суток,}$$

$$354,3671 \times 30 = 10631,013 \text{ суток.}$$

8 лунных лет по 354 суток дают 2832, а 30 лет — 10620 суток. Для сочетания циклов в первом случае нужны три добавочных дня, а во втором — 11 дней. Первый цикл, содержащий три високосных года из 8, называется

турецким, второй, содержащий 11 високосных лет из 30, — арабским.

За начало летосчисления (эры) мусульманский календарь принимает 16 июля 622 г. (по общеевропейскому календарю) — день, когда, по преданию, основатель ислама Магомет бежал из Мекки в Медину, спасаясь от преследований враждебного ему племени.

Тибетский календарь. На юго-западной окраине Китайской Народной республики, в Тибете, наряду с общеевропейским календарем употребляется местный тибетский календарь, по которому отмечаются религиозные праздники и совершаются религиозные церемонии.



Рис. 5. Страница из тибетского календаря.

Основой тибетского календаря является китайский «сельскохозяйственный календарь» — «шунли». Однако вследствие того, что по тибетскому календарю полнолуние должно приходиться обязательно на 15-е число, в нем некоторые числа повторяются дважды, а иногда отдельные числа совершенно отсутствуют. Поэтому числа по «сельскохозяйственному календарю» и тибетскому календарю не всегда совпадают. Летосчисление такое же, как и в календаре «шунли».

Самым пышным и торжественным праздником у тибетцев, так же как и у китайцев, является Новый год. В Тибете еще до сих пор много монастырей, которые являются одновременно и центрами хозяйственной жизни. В канун Нового года повсеместно проводятся ритуальные пляски. Множество жителей и лам (монахов), одетых в необычайные одежды, в масках божеств и злых духов танцуют под звуки буддийской музыки. Ровно в полночь звуками священных труб население извещается

о том, что наступил Новый год. Засыпав звуки труб, тибетцы быстро хватают глиняные горшки и с факелами бегут к реке, чтобы зачерпнуть и принести «воды счастья». В новогодние праздники жители Тибета ходят по домам родных и знакомых и поздравляют друг друга с праздником, при этом обмениваются «хота» (подарками).

Календарь народности таи. Применяется в районах, где проживает народность таи (в провинции Юнань на юго-западе Китая). В календаре народности таи обычный год имеет 12 месяцев, високосный — 13. Каждый нечетный месяц является «большим» — 30 дней, а четный «маленьким» — 29 дней. Из каждых трех лет один год является високосным с постоянным добавочным месяцем.

Месяц делится на четыре недели, причем недели бывают семидневные и восьмидневные.

Новый год по этому календарю приходится на 15 апреля. Накануне праздника жители варят рис и делают из него лепешки «баба», а в праздник угощают ими своих родных и знакомых. По количеству изготовленных лепешек можно судить о том, какой урожай был в прошедшем году. Праздник отмечается национальными танцами и играми.

Утром в Новый год тайцы в каждом населенном пункте делают из песка несколько пагод высотой около метра. На вершинах пагод укрепляются палочки с разноцветными бумажками. Все рассаживаются вокруг них и слушают рассказы «живых будд», а также молятся о хорошей погоде и богатом урожае.

Юноши и девушки отправляются в горы, где собирают цветы и украшают ими жилища. Во время праздника Нового года молодые люди и гости могут быть неожиданно облиты холодной водой девушками, спрятавшимися за дверями. Тайцы считают, что этот обряд оберегает от болезней на весь год.

В Новый год вечером в населенных пунктах устраиваются фейерверки.

В праздник проводятся соревнования на лодках, на носу которых водружена фигура дракона. Молодежь в этот день качается на качелях и веселится.

Кроме Нового года, у народности так отмечается праздник «закрытия дверей» — 15 сентября. С этого дня запрещаются браки и все внимание сосредотачивается на выращивании урожая.

15 декабря — праздник «открытия дверей», после которого разрешается вступать в брак, так как основныи сельскохозяйственные работы выполнены; к этому же времени начинается сезон дождей и заканчивается сбор риса.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ДЕЙСТВИЯ КАЛЕНДАРЯ МАЙЯ

В. И. Кожанчиков

Календарная система древних майя в течение длительного времени привлекает внимание исследователей этой цивилизации.

В настоящее время существует общепринятый способ пересчета дат, позволяющий анализировать правильность датировки тех или иных памятников культуры (храмов, stel и т. п.), который, тем не менее, не может объяснить целого ряда неясностей в календаре майя. Автором одной из попыток решить эти трудности является Ю. В. Кнорозов (1971а, 1971б), предлагающий четыре реформы календаря древних майя. Однако некоторые аспекты данной проблемы так и остались нерешенными.

Таким образом, на основании современного подхода к анализу этой календарной системы ее внутренняя структура и способ действия остаются неясными.

Автором был предпринят новый, принципиально отличный от существующего подход к рассматриваемой проблеме, позволивший выявить сложную внутреннюю структуру календарной системы, а также показать большую продолжительность периода ее действия. Примененный способ анализа материала позволил объяснить целый ряд неясностей, имеющихся в настоящее время у исследователей календарной системы древних майя. Автор продолжает дальнейший анализ особенностей построения и действия выявленных календарных систем, с целью выяснения момента начала их действия для перевода на этой основе дат из майянской хронологической системы в европейскую.

Прежде чем перейти к рассмотрению структуры календарной системы, следует ввести некоторые понятия:

1. Календарь — система учета суток, объединяемых в недели и месяцы.

2. Элементарный календарный круг — минимальный промежуток времени, по истечении которого происходит совпадение номеров дней и названий дней первого дня первого месяца года. В связи с наличием високосного дня раз в четыре года только через 28 лет может повториться та же самая комбинация номера дня, названия дня и названия месяца (например, понедельник 1 января). Это объясняется тем, что необходимо наличие всех возможных сочетаний данного дня года с 7 днями недели. Такой элементарный календарный круг характерен как для юлианского, так и для григорианского календаря.

3. Большой календарный круг (собственно, календарный круг) — минимальный промежуток времени, по истечении которого происходит совпадение номеров и названий дней первого дня первого месяца года и единиц счета времени более высокого ранга. Большой календарный круг юлианского календаря 700 лет. В григорианском календаре отсутствие високосного дня в столетиях, не делящихся на 4, привело к резкому увеличению продолжительности действия большого календарного круга, достигшей 2800 лет.

4. Год — промежуток времени, в течение которого происходит обращение Земли вокруг Солнца.

5. Месяц — промежуток времени, каждый из дней которого характеризуется своим номером.

6. Неделя — промежуток времени, каждый из дней которого характеризуется своим названием.

В настоящем сообщении автор не может затронуть всех аспектов рассматриваемой проблемы и ниже анализируются лишь основные положения, имеющие принципиальное значение и необходимые для ее понимания. Небольшой объем статьи не позволяет привести таблицы календарных расчетов,

1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРУКТУРЕ КАЛЕНДАРНОЙ СИСТЕМЫ И СПОСОБЕ ЧТЕНИЯ ДАТЫ

В отличие от европейского (десятеричного) способа счисления, майя при математических расчетах пользовались двадцатеричным, при котором каждый следующий разряд равнялся двадцати предыдущим, т. е. первый разряд 20, второй 400, третий — 8000 и т. д. Наибольшей счетной единицей майя при переводе в десятиричную систему счисления был разряд 25 600 000 000 (Кинжалов, 1971 и др.).

Отличительной особенностью способа счисления времени у майя по отношению к европейскому являлось то, что им учитывалось число дней, истекших от начальной даты хронологии. (При европейском способе счисления времени учитывается число лет от начальной даты хронологии.) Однако при использовании двадцатеричной системы счисления для календарных расчетов и для характеристики тех или иных промежутков времени различной продолжительности она несколько видоизменяется.

При календарных расчетах майя использовали три единицы измерения временных процессов — «период 260 дней» (Кинжалов, 1971), или «цикл 260 дней» (Кнорозов, 1971а; Кнорозов, 1971б), год 360 дней и год 365 дней. Период 260 дней состоял из «комбинации «недельного» цикла (13 дней) и «месячного» (20 дней). Дни первого обозначались цифрами от 1 до 13, а дни второго имели 20 названий» (Кинжалов, 1971, стр. 138). Восемнадцать двадцатидневных месяцев с пятью добавочными днями, считавшимися у майя несчастливymi, составляли 365-дневный год. Комбинация 260-дневного периода с годом в 365 дней составляет дату 52-летнего цикла (Teepic, 1930; Thompson, 1932a; Thompson, 1942; Makemson, 1943; Кнорозов, 1963; Галленкамп, 1966; Anton, 1968; Кинжалов, 1971; Кнорозов, 1971а; Стингл, 1971 и др.). Помимо даты календарного круга майя указывали также число 20-дневных месяцев, 360-дневных лет (тунов) и остальных единиц счета времени более высокого ранга, прошедших от нулевой даты летосчисления, или от начальной даты хронологии. Двадцать тунов составляют 1 катун,

20 катунов — 1 бактун (400 тунов), 20 бактунов — 1 пиктун (8000 тунов), 20 пиктунов — 1 калабтун (160 000 тунов), 20 калабтунов — 1 кинчильтун (3 200 000 тунов), 20 кинчильтунов — 1 алаутун (64 000 000 тунов).

Познакомившись с особенностями календарной системы древних майя по современным представлениям и с основными единицами счета времени, перейдем к рассмотрению общепринятого способа чтения даты этой календарной системы. Рассмотрим, например, начальную дату хронологии майя, которая имеет вид «1.11.19.0.0.0.0. 4 ахау 8 Кумху» и читается в настоящее время следующим образом: «от нулевой даты летосчисления пропел 1 кинчильтун, 11 калабтунов, 19 пиктунов, и одного бактуна, катуна, туна, вишаля (20-дневного месяца) и кипа (дня). Данный день ахау — 4-й день тринадцатидневной недели 260-дневного периода является 8-м днем месяца Кумху в году из 365 дней». Таким образом, дату майя читают исходя из трех элементов: 1) выражение 1.11.19.0.0.0.0. исходя из года 360 дней и едипиц счета времени более высокого ранга; 2) выражение 4 ахау исходя из периода 260 дней и 3) выражение 8 Кумху — исходя из года 365 дней.

Однако при таком способе чтения рассматриваемая начальная дата хронологии майя 1.11.19.0.0.0.0. 4 ахау 8 Кумху «имеет довольно странный вид. В хронологии она приходится на нулевое число лет и дней, а в 365-дневном году — на 17 дней нового года» (Кнорозов, 1971а, стр. 80). Эта же особенность начальной даты хронологии отмечалась и Томпсоном (Thompson, 1932б).

II. СТРУКТУРА КАЛЕНДАРНОЙ СИСТЕМЫ МАЙЯ НА ОСНОВЕ НОВОГО СПОСОБА ЧТЕНИЯ ДАТЫ

Рассмотрение малых едипиц счисления времени майя показало, что на основании введенных понятий элементов календарной системы «педельный» цикл, приводимый Р. В. Киликаловым, следует рассматривать как 13-дневный месяц (так как каждый день его характеризовался своим номером), а «месячный» — как 20-дневную неделю (так как каждый день ее имел свое название). В отличие от европейского календаря, в котором недели

безымянны, а каждый месяц приобретает свое название, в календарной системе майя месяцы не имели собственных названий и были безымянными, в то время как каждая 20-дневная неделя приобретала собственное название.

На основании анализа рассмотренного выше общепринятого способа чтения даты автором было сделано предположение, что дата майя не состоит из трех компонент, как это считается сейчас, а все ее элементы следует читать исходя из года 360 дней (туна). В этом случае день 4 ахау становится последним днем пиктуна (периода, содержащего 8000 тунов), т. е. приобретает качественно новое положение, а «8» уже показывает не только положение данного дня в 20-дневной неделе, но и является ее номером, принимающим наряду с названием 20-дневной недели дальнейшее участие во всех календарных расчетах.

Сопоставление табличных данных, полученных на основе рассмотренного предположения, с датами, записанными на различных памятниках, показало его правильность и в конечном итоге привело к выявлению сложной внутренней структуры календарной системы древних майя.

1. Элементы календарной системы древних майя

Рассмотрение структуры календарной системы майя следует начать с анализа ее основных элементов. Отсчет числа суток, входящих в годовой цикл, производился древними майя тремя способами: 1) год 260 дней (цолькин), 2) год 360 дней (тун) и 3) год 365 дней (хааб)¹.

¹ Анализ применения древними майя периодов 260 дней и 360 дней для календарных расчетов показал, что хотя с точки зрения формального определения понятия «год», приводимого в начале статьи, они не могут рассматриваться как промежутки времени, соответствующие году Земли (т. е. времени полного оборота Земли вокруг Солнца), тем не менее они принимают непосредственное участие во всех календарных расчетах и по своему значению соответствуют 365-дневному году. На этом основании эти элементы календарной системы можно рассматривать как годы с несколько иным числом дней.

I. Календарь года 260 дней (цолькин). В отличие от привычной для нас системы, объединяющей сутки в недели, а недели — в месяцы, в этом календаре имелись две параллельные и независимые системы датировки суток. Первая система — двадцатидневная подоля, каждые сутки которой имели свое название. Вторая система — тринадцатидневный месяц, каждые сутки которого нумеровались числами от 1 до 13. Обозначение каждой из тринадцати недель и каждого из двадцати месяцев отсутствовало. Таким образом, каждые сутки цолькина характеризовались своим номером и своим названием. Наименьший замкнутый цикл содержал 260 суток.

II. Календарь года 360 дней (туна) был построен на основе первой системы, т. е. в его основе была сохранена 20-дневная неделя, а также названия и порядок дней, входящих в состав этой недели. Однако этот год состоял не из 13, а из 18 недель, каждая из которых получила свое название. Вторая система календаря сохранила свое существование без изменения. Таким образом, в этом календаре каждые сутки характеризовались номером (безымянного месяца), названием суток 20-дневной недели и названием недели. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней, содержал 13 тунов.

III. Календарь года 365 дней (хааба) имел в своей основе год 360 дней (туна) с сохранением номеров дней, названий дней и названий недель, но к нему добавлялось еще 5 дней в той же системе счисления. Таким образом, и в этом календаре сохранялась та же система характеристики суток, состоящая из номера суток (в безымянном месяце), названия суток в 20-дневной неделе и названия недели. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение названий дней, содержал 4 хааба, а наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней, содержал 52 хааба.

На основе этих элементов и строится вся календарная система древних майя, состоящая из священной календарно-хронологической системы и бытовой календарной системы.

2. Священная календарно-хронологическая система

Одновременное и параллельное сосуществование отсчета числа суток в трех разных по продолжительности календарях и явилось, по нашему мнению, той причиной, которая привела к образованию сложной системы циклов, характерной для священной календарной системы древних майя в целом и охватывающей огромные промежутки времени (см. схему 1 на вклейку).

Календарь года 365 дней (хааба) был построен, как уже отмечалось, на основе года 360 дней (туна). При наложении года 365 дней на год 360 дней он уйдет вперед на одну двадцатидневную неделю через 4 года ($5 \text{ дней} \times 4$). Для того чтобы не происходило сильного расхождения между первой неделей туна и первой неделей хааба, каждые 4 туна (года 360 дней) начинались с одной и той же недели, а затем, в периоде, охватываемом следующими 4 туна, происходил сдвиг названия первой недели туна назад на одну неделю. В связи с тем, что в туне содержалось 18 недель, весь цикл состоял из 72 тунов ($4 \text{ туна} \times 18$). Для согласования продолжительности этого цикла с циклом хаабов вводился дополнительный туна «уайеб» (вайеб) и весь цикл в окончательном виде содержал 73 туна.

На основании рассмотренных циклов можно проследить весь комплекс циклов, свойственных для священной календарно-хронологической системы майя:

I. В связи с тем, что календарь года 260 дней (цолькина) представляет собой замкнутую систему (самостоятельный цикл), он непосредственно не участвует в образовании всей сложной календарной системы.

II. Календарь года 360 дней (туна) по являлся замкнутой системой, в связи с чем наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней, содержал 13 тунов. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение названий недель, содержал 73 туна. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней, названий дней и названий недель (элементарный календарный круг), содержал 949 тунов, в то время как наименьший замкнутый цикл, который мог целиком войти в цикл

более высокого ранга, содержал 18 980 тунов, что составляет 949 катунов.

Подобная система циклов свойственна и для единиц счета времени более высокого ранга: а) через 13 катунов, бактунов, пиктунов и т. д. — совпадали номера дней и названия дней; б) через 73 катуна, бактуна, пиктуна и т. д. — происходило совпадение названий недель; в) через 949 катунов, бактунов, пиктунов и т. д. — совпадали номера дней, названия дней и названия недель; г) 18 980 катунов, бактунов, пиктунов и т. д. — цикл более низкого ранга целиком входит в цикл более высокого ранга (18 980 катунов = 949 бактунов, 18 980 бактунов = 949 пиктунов и т. д.).

Таким образом, наибольшая продолжительность цикла священного календаря майя (большой календарный круг) составляет 18 980 алаутунов или 1 214 720 000 000 тунов. По окончании этого цикла начинается новый цикл, содержащий 18 980 алаутунов. Здесь же следует отметить, что существовавшая у древних майя система записи дат давала возможность совершенно точно знать положение той или иной из них в цикле, содержащем 18 980 алаутунов, так как во всем этом цикле нет двух повторяющихся сочетаний. Помимо этого, древние майя знали, что их дата, записанная либо в виде «9.11.0.0.0. 12 ахау 8 Кех» либо в виде «9.11.0.0.0. 12 ахау» либо «9.11.0.0.0.», одинаково точно фиксирует положение даты во всей календарно-хронологической системе. Это объясняется спецификой записи даты у древних майя по отношению к европейскому способу. Она становится наглядной, если какую-либо дату, например, 9 марта 1972 г. европейского летоисчисления записать способом древних майя. Для этого необходимо период времени, истекший от 1 января 0 года до 9 марта 1972 года выразить в днях, что составит 720 329 дней. Эту величину следует разделить на число дней в периоде, содержащем 400 тунов, 20 тунов, затем на 360 дней (число дней в туне), на 20 дней (число дней в неделе) и остаток покажет число дней, прошедших от конца последней 20-дневной недели. Выраженная таким образом дата 9 марта 1972 г. примет вид 5.0.0.16.9. Будет ли находиться в конце такой даты выражение, показывающее положение данного дня в 365-дневном году или

нет, т. е. приобретет ли эта дата вид «5.0.0.16.9. 9 марта» или останется в виде «5.0.0.16.9», не будет иметь значения, так как обе системы записи одинаково точно фиксируют положение данного дня во всей системе летоисчисления.

Встречающиеся в датах древних майя номера подсель есть результат наложения года 365 дней (хааба) на год 360 дней (туна), в результате чего день ахау (являющийся последним днем двадцатидневной недели туна), имевший очень большое значение у древних майя, мог занимать только четыре положения, т. е. он мог быть 18-м, 13-м, 8-м или 3-м днем 20-дневной недели хааба. При этом, если в течение 17 недель они просто показывали положение дня ахау по отношению к неделе 365-дневного года, то в последней неделе туна они приобретают качественное новое значение и становятся ее номерами, принимающими, наряду с названиями подсель, непосредственное участие в дальнейших календарно-хронологических расчетах, т. е. в нашем примере туна, кончающийся днем 12 ахау, является третьим годом цикла, содержащего 4 туна (пикла лет по 360 дней).

III. Календарь года 365 дней (хааба), так же как и календарь года 360 дней (туна), не являлся замкнутой системой. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение названий дней, содержал 4 хааба. Наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней содержал 52 хааба (4 хааба $\times$ 13). Наименьшим промежутком времени, содержавшим одинаковое число дней в году 365 дней (хаабе) и в году 360 дней (туне), являлся цикл 72 хааба (72 хааба = 73 туна).

3. Бытовая календарная система

Наряду со священным календарем у древних майя существовал и бытовой календарь, в котором, в отличие от священной календарной системы, вводился високосный день, так как продолжительность года признавалась у майя равной 365 дням и 6 часам. В качестве подтверждения этого положения можно привести следующие доказательства: 1) в книге Диего де Ланда «Сообщение

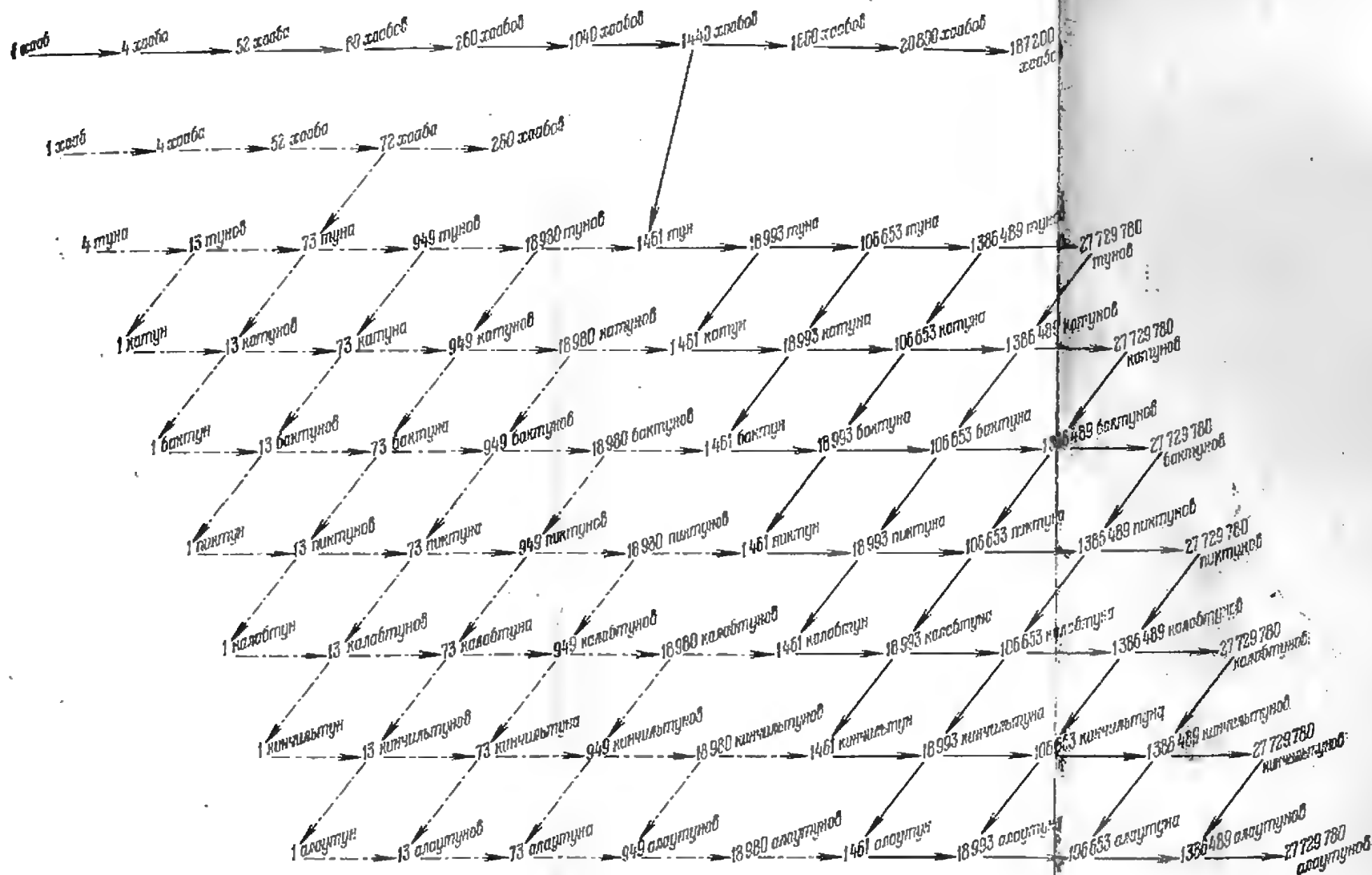


Схема 1. Структура священной и бытовой календарных систем древних майя и их взаимосвязь. Штрих-пунктир — священная календарно-хронологическая система, сплошные линии — бытовая календарная система.

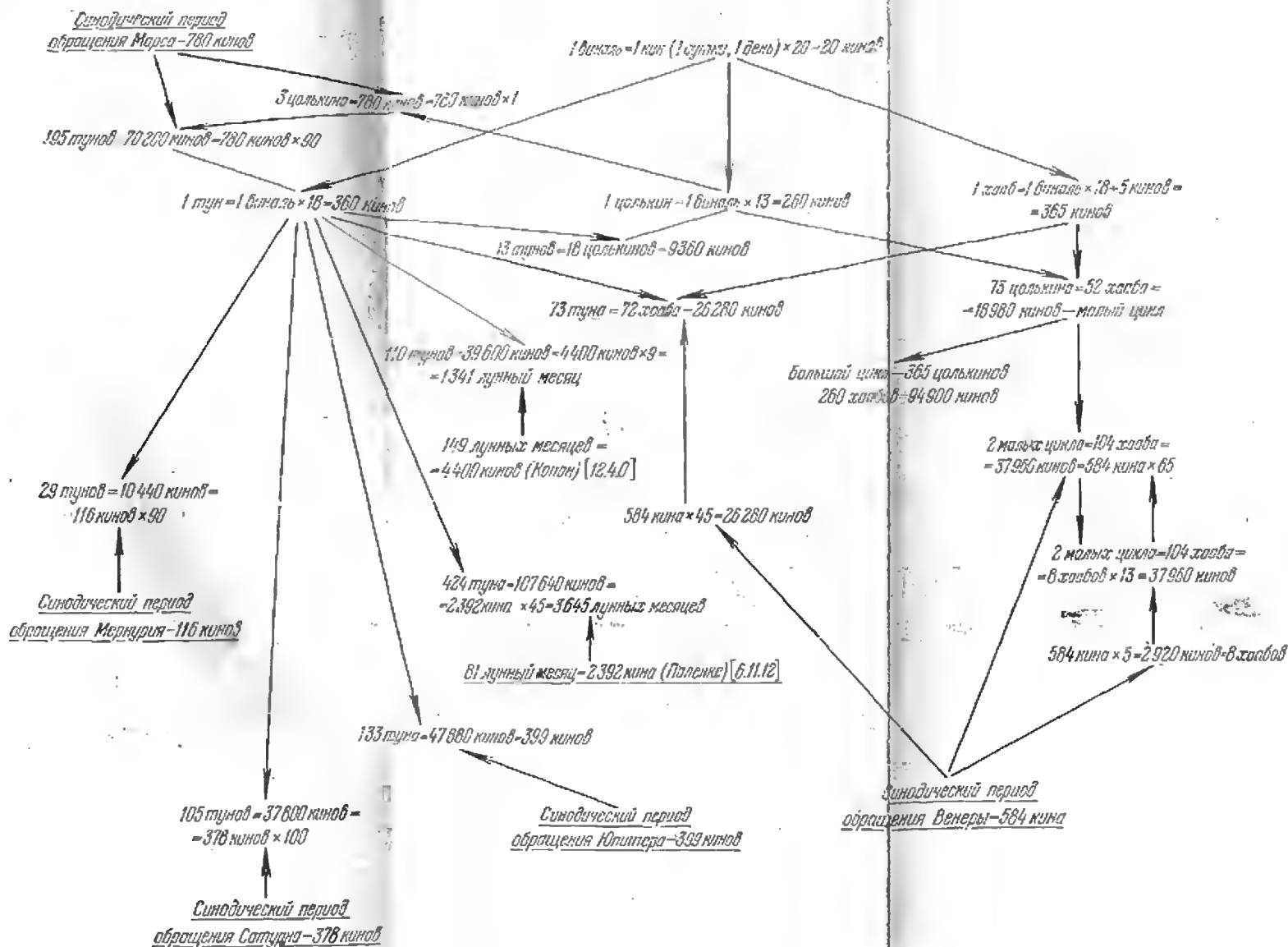


Схема 2. Связь элементов календарной системы древних майя с синодическими периодами обращения планет и Луны.

ние о
что «из
день и
год в 3
Ианда
года не
солнечн
(стр. 24
зую ка

«Ка:
с месяца
вым мес
сиц Шул
лялись 1
В Чина
Вега, на
на зимн
ип» «нов
ваться.
чаеися в
Есл:
начинал
ния (на
гих меся
испанск
и древн

Все
календ:
Однако
ной к
календ:
вводил
лась о единолический период
В связи Венеры-584 кина
80-лети
состави
сней 2
позволи
что и
на суп
ся сле
а) наиз
до сове

$$1 \text{ хааб} = 1 \text{ бинья} \times 18 + 5 \text{ кинь} = 365 \text{ кинь}$$

$$73 \text{ цолькина} = 52 \text{ хааба} = 16980 \text{ кинь} - \text{малый цикл}$$

$$365 \text{ цолькинов} = 64900 \text{ кинь}$$

$$2 \text{ малых цикла} = 104 \text{ хааба} = 37960 \text{ кинь} = 584 \text{ кина} \times 65$$

$$2 \text{ малых цикла} = 104 \text{ хааба} = 6 \text{ хааба} \times 13 = 37960 \text{ кинь}$$

$$584 \text{ кина} \times 5 = 2920 \text{ кинь} = 8 \text{ хааба}$$

замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней, — 52 хааба; в) период, через который вводилась високосная неделя, — 80 хаабов; г) наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней в циклах по 80 хаабов, — 1040 хаабов; д) наименьшим промежутком времени, содержащим одинаковое число дней в 365-дневном году (хаабе) и в году 360 дней (тупе), являлся цикл 1440 хаабов (1461 тун); е) наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение названий дней 80-леть, — 1600 хаабов; ж) наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней и названий дней 80-леть, — 20 800 хаабов; з) наименьший замкнутый цикл, в котором происходило совпадение номеров дней, названий дней и названий недель 80-леть, — 187 200 хаабов.

При переходе от года 365 дней (хааба) к году 360 дней (тупу) для его дальнейшей связи со священным календарем все рассмотренные циклы священного календаря должны быть увеличены в 1461 раз (см. схему 1), так как если не будет соблюдено это условие, общая структура календаря окажется нарушенной.

4. Некоторые особенности священной и бытовой календарных систем древних майя

Как уже отмечалось, одновременное и параллельное сосуществование отсчета числа суток в различных по продолжительности календарях и явилось той причиной, которая привела к образованию сложной системы циклов, свойственных как для священной, так и для бытовой календарных систем древних майя.

При рассмотрении календарей различной продолжительности следует обратить внимание и на ту их особенность, что все они начинаются с разных дней 20-дневной недели. Календарь года 260 дней (цолькина) начинался с дня «чуэн» (согласно понятию майя в день 1 чуэн была сотворена Земля (книга «Чилам Балам»). Календарь года 360 дней (туна) начинался с дня «имип» и имел последним днем недели и года день «ахау», на котором и строилась вся сложная календарно-хронологическая

система майя. Календарь года 365 дней (хааб) в священной календарно-хронологической системе начинался с одного из четырех дней: акбаль, ламат, бен или эсанаб, которые придают дню ахау положение 18.13.8 или 3 дня в 20-дневной неделе и первая неделя года имела постоянное название, в то время как в бытовой календарной системе год 365 дней (хааб) мог начинаться с любого дня 20-дневной недели (соответственно циклу 80-летья) и первая неделя года не имела постоянного названия, так как ее название менялось через каждые 80 хаабов.

Таким образом, из всего сказанного видно, что календарная система древних майя состояла из священной и бытовой, заключая в себе большое число циклов различной продолжительности, наибольшими из которых являются: в системе священного календаря цикл 18 980 алаутунов, что составляет 1 214 720 000 000 тунов; в системе бытового календаря цикл 27 729 780 алаутунов, что составляет 1 774 705 920 000 000 тунов.

Здесь же следует указать, что существующая точка зрения на способ счисления времени у древних майя, согласно которой они вели учет только истекшего времени, является не совсем точной. В результате проведенного нами анализа способа записи дат на различных памятниках выяснилось следующее: если на памятнике написана дата «9.11.17.5.14. 6 хыш 17 Мак», то майя тем самым хотели сказать «от начальной даты нашей хронологии прошло 9 бактунов, 11 катупов, в текущем катуне 9.11.0.0.0. мы прожили к настоящему моменту 17 тунов, 5 випалей (20-дневных недель) и 14 кино (суток)». В связи с этим вся хронология майя, хотя существенно и не изменилась, но примет несколько иной вид.

5. Астрономическая основа календарной системы древних майя

Как уже было показано, календарная система древних майя имела сложную внутреннюю структуру и состояла из большого числа циклов различной продолжительности. Она была разработана жрецами майя для расчетов различных астрономических явлений. Астрономическая природа этой календарной системы проявляется

уже в самом способе записи дат древними майя, при котором учитывается число дней от начального момента отсчета, как это имеет место в современной астрономии.

Год 260 дней (цолькин), по-видимому, следует рассматривать лишь как год-циклообразователь, т. е. как систему, объединяющую числа 13 и 20 и вводящую, таким образом, число 13 в двадцатеричную систему счета времени майя. Наряду с этим цолькин, возможно, является в то же время и самостоятельной астрономической единицей, так как его можно рассматривать как период, соответствующий 1/3 синодического периода обращения Марса (синодический период обращения Марса 780 суток, т. е. по истечении этого периода для наблюдателя, находящегося на Земле, Марс вернется в ту же точку мирового пространства).

Год 360 дней (тун), являющийся исключительно удобной величиной для взаимосвязи синодических периодов обращения планет с годом Земли (год 365 дней — хааб), можно рассматривать так же как величину чисто астрономическую, связанную с расчетом солнечных и лунных затмений. П. Г. Куликовский в «Справочнике любителя астрономии» пишет:

«Солнечное затмение может произойти, если Солнце находится вблизи лунного узла (не дальше чем на 18° от него). Если Луна «догонит» Солнце в то время, как оно проходит этот участок своего пути, произойдет солнечное затмение. Так как Солнце проходит этот участок в среднем за 36 дней, что больше синодического месяца ($29\frac{1}{2}$, 32), то за это время не менее одного произойдет одно затмение, но могут произойти и два затмения, из которых одно в начале, а другое в конце этого 36-дневного периода. Через полгода Солнце будет проходить такой же участок пути вблизи второго узла, — произойдет еще одно или два солнечных затмения... при особенно благоприятных условиях, когда первые два затмения произойдут в самом начале года, а вторые два в середине, в декабре может произойти еще одно затмение. Таким образом, максимальное возможное число солнечных затмений в году — пять, минимальное — два (стр. 247).

Таким образом, десятилетний период прохождения Солнцем лунного узла, в течение которого возможны затмения, составляющий 36 дней, и дает священный год древних майя — тун (год 360 дней), широко использовавшийся ими при календарно-хронологических расчетах.

Год 365 дней (хааб) является солнечным годом, т. е. периодом обращения Земли вокруг Солнца, входившим как в священную, так и в бытовую календарную систему. При использовании этого года в календарных системах древние майя либо вводили в него високосный день (бытовая календарная система), либо високосный день отсутствовал (священная календарно-хронологическая система).

Древние майя знали о существовании разницы во времени между продолжительностью звездных суток и временем полного оборота Земли вокруг оси, что можно видеть из сопоставления двенадцатых и двадцатых частей катун (периода, содержащего 20 тунов) и его подразделений друг с другом и с астрономическими единицами, использовавшимися древними майя. Проведя подобное распределение единиц времени, можно видеть, что $1/120$ секунды = 0,0083 секунды, составляет ту ее часть, на которую наблюдается разница звездных суток и периода полного оборота Земли вокруг оси, в то время как $1/120$ десяти тунов составляет 30 суток — период времени, использовавшийся древними майя при астрономических расчетах (период 10 тунов очень почитался древними майя, так как имел либо одного, либо двух богов-покровителей). Другая величина — $1/120$ туна = 3 суткам, нашла свое отражение в расчетах майя в виде девятидневки (величины, меньшей 20-дневной недели и 13-дневного месяца) и являлась связующим звеном между периодами содержащими 3 суток (т. е. $1/120$ туна — 3 суток $\times$ 3 = 9 суток) и 36 суток, т. е. временем прохождения Солнцем лунного узла, в течение которого возможны солнечные затмения (9 суток $\times$ 4 = 36 суток). Использование же 36-дневной недели было бы крайне неудобно, так как для обозначения порядка их в году потребовалось бы введение дополнительных названий недель, что значительно затруднило бы чтение даты и получение из нее соответствующей информации.

Произведя пересчет разницы звездных суток и времени полного оборота Земли вокруг оси, исходя из года 360 дней (туна), можно видеть, что период 20 тунов (1 катун), основная единица счета времени у древних майя при

календарно-хронологических расчетах, является тем периодом, которому соответствует смещение земного меридиана по отношению к звездному за счет прецессии на одну минуту времени. Исходя из этого, можно предполагать: 1) хотя древние майя и не могли непосредственно измерять время с точностью до тысячных долей секунды с тем, чтобы иметь возможность определить продолжительность полного оборота Земли в 24 часа 00 минут 00,0083 секунды в звездных единицах, они могли эту же величину получить, исходя из периода 20 тунов, так как за этот промежуток времени за счет прецессии набегает одна минута; 2) по-видимому, можно рассматривать возникновение двадцатеричной системы счисления у древних майя не только как систему, в которой 20 является основной единицей счета и «чтобы сказать «двадцать», говорили «один человек», по числу пальцев на руках и ногах» (Кулорозов, 1955), но как систему счисления, имеющую астрономическую основу. Некоторые дополнительные доказательства в пользу этого предположения будут приведены ниже.

Паряду с учетом смещения земного меридиана по отношению к звездному майя, по-видимому, учитывали и смещение полюса мира, происходящее из-за прецессии по орбите.

Если принять, что годовая прецессия по орбите составляет $50''.256$, то полюс мира, описав окружность в мировом пространстве, вернется почти в ту же его точку через 25 725 лет (Куликовский, 1971). Произведя соответствующие пересчеты, можно рассчитать величину прецессии по орбите за 360 дней. Если сделать допущение, что древние майя могли признавать число секунд в году 360 дней (туне) равным числу дуговых секунд в круге, и принять, что полюс мира описывает окружность в мировом пространстве за 26 000 тунов (260 тунов = 13 катун — священный период у древних майя), то разница между годовой прецессией по орбите, исходя из данных майя и современных представлений, составляет всего $0''.261$ (что дает ошибку 0,5% от данных современной астрономии).

Таким образом, проведенный анализ показывает, что в календарной системе древних майя каждая дата не

только содержит сведения о том, когда был создан данный памятник культуры по отношению к начальной дате хронологии, но и может служить источником астрономических расчетов, так как содержит сведения о положении Солнца, Луны и планет, а также и полюса мира в данный день.

Подтверждением положения о том, что майя использовали синодические периоды обращения планет для календарных расчетов, является, в частности, получивший большую известность календарь Веперы, содержащийся в Дрезденском кодексе (Кинжалов, 1971). Взаимоотношение элементов календарной системы древних майя друг с другом и с синодическими периодами обращения планет и Луны показано на схеме 2 на вклейке.

На основании анализа надписей на памятниках известно, что древние майя фиксировали солнечные и лунные затмения, которые были видны на их территории (Кинжалов, 1971; Куликовский, 1971). Расчет солнечных и лунных затмений производился древними майя, по современным представлениям (Кинжалов, 1971; Кнорозов, 1971а; Кнорозов, 1971б и др.), на основании 19-летнего метонов цикла. Однако метонов цикл является очень удобным периодом для расчета фаз Луны, так как через 19 солнечных лет фазы Луны приходятся на прежние числа солнечного года (Куликовский, 1971). Использование же метонического цикла для расчета солнечных и лунных затмений очень затруднительно. Для этих целей в Древнем Египте, Древней Греции и ряде других стран Старого Света прошлого широко использовался сарос — период, составляющий 18 лет 11 дней (6585 дней), по истечении которого повторяется порядок солнечных и лунных затмений для данной территории. Использование же сароса древними майя для предсказания солнечных и лунных затмений в настоящее время неизвестно. В результате анализа некоторых особенностей священной календарной системы можно утверждать, что древние майя, как и народы Европы, знали о существовании сароса и его продолжительности. При астрономических расчетах, однако, использовался цикл из 14 саросов, составляющий 92 190 дней, позволяющий значительно точнее предска-

зывать время затмений. В связи с тем, что все астрономические расчеты, выполнявшиеся древними майя, производились при помощи года 360 дней (туна) и его подразделений, период 92 190 дней следует выразить в тунах. Продолжительность сароса древних майя составит в этом случае 256 тунов и 30 дней. Период 30 дней, как уже отмечалось, широко использовался майя при астрономических расчетах (Кнорозов, 1963). Таким образом, указание в датах древних майя, каким днем 30-дневки является тот или иной день, наряду с указанием лунного месяца может рассматриваться как связь сароса с метоновым циклом. Использование же древними майя системы учета времени в сутках давало возможность быстрого сопоставления положений Солнца и Луны в данный день по отношению к дню начала летосчисления и дню начала хронологии. Число 256 (количество тунов в саросе майя) можно рассматривать как основу их двадцатеричной системы счисления, так как $256 = 2^8$, $128 = 2^7$, $64 = 2^6$ и т. д. Добавив к каждому члену этого ряда число нулей, равное показателю степени при двойке, получим систему счисления древних майя, пределом счета которой будет величина 25 600 000 000. Здесь же следует отметить, что на основании данных современной этнографии не представляется возможным объяснить, почему эта величина является пределом счета в системе счисления древних майя.

Рассмотрение внутренней структуры календарной системы майя позволяет говорить и о понимании ими временных процессов. Время рассматривалось ими как бесконечный ряд событий, в котором одни и те же явления повторяются через определенные промежутки времени, т. е. их понимание времени можно сопоставить с бесконечной спиралью или прямой. Цикличность различных периодов, содержащихся в календаре майя, можно представить в виде «пяти» времени, на которой «находятся» туны, катуны, бактуны и т. д. Такое понятие времени совпадает по своей структуре с распространенным в Америке прошлого узелковым письмом и совершенно не имеет ничего общего ни с зубчатыми колесами (Thompson, 1932б; Anton, 1968; Стигга, 1971 и др.), ни с часами, вращающимися по Солнцу и против Солнца

(Кинжалов, 1971), как это рассматривается в современной литературе. Это объясняется тем, что цивилизация майя не использовала колеса, а для обычаев майя неизвестны хороводы в понимании народов Европы.

Заключение

По современным представлениям (Teepie, 1930; Thompson, 1932a; Thompson, 1942; Кнорозов, 1963; Кинжалов, 1971; Кнорозов, 1971a; Слинг, 1971 и др.) дату майя следует читать, исходя из трех компонентов: 1) года 360 дней, 2) периода 260 дней и 3) года 365 дней. Комбинация 260-дневного периода с годом 365 дней составляет дату 52-летнего цикла, который и принимается в настоящее время за продолжительность действия календарного круга.

В отличие от общепринятого в настоящее время способа чтения даты, автор считает возможным рассматривать дату майя как единое целое и читать все ее компоненты, исходя из года 360 дней (туна). Подобный способ чтения дат приводит к выявлению сложной внутренней структуры календарной системы, содержащей большое число циклов различной продолжительности.

Основной единицей измерения времени является год 360 дней (тун), имеющий в своей основе год 360 дней (цолькин).

Проведенное исследование показало, что у древних майя было две взаимосвязанные календарные системы: 1) священная календарно-хронологическая система, календарный круг которой составляет 1 214 720 000 000 тунов и 2) бытовая календарная система, календарный круг которой — 187 200 хаабов.

На основании проведенного анализа календарной системы можно утверждать, что она была создана однократно и в дальнейшем за всю историю развития цивилизации майя никаких существенных изменений не претерпела. При пересчете дат майя следует иметь в виду, что в период 9.9.0.0.0. 3 ахау 3 Соц — 10.1.0.0.0. 5 ахау 3 Кайаб недели Кех и Цек меняются местами. Объяснить причину этого явления в настоящее время не представляется возможным.

Двадцатеричная система счисления, использовавшаяся древними майя, может рассматриваться как система, разработанная на астрономической основе. Год 360 дней (тун) является очень удобной величиной для связи синодических периодов обращения планет и Луны друг с другом и с годом Земли продолжительностью 365 дней. Тун (год 360 дней) в свою очередь можно также рассматривать как величину, имеющую астрономическую природу.

Майя знали, что продолжительность истинного земного года 365 дней 6 часов (сведения о долях часа отсутствуют). В связи с этим в бытовой календарной системе предусматривалось введение формального високосного дня раз в четыре года, фактически же вводилась одна високосная неделя раз в 80 лет.

В результате детального рассмотрения календарно-хронологической системы выявились некоторые особенности счета времени у древних майя. В настоящее время принято считать, что майя учитывали только истекшее время, однако проведенное исследование показало, что истекшее время учитывалось либо крупными периодами, такими как бактуны, пиктуны и т. д., либо единицами счета времени низкого ранга: тунами, виналями (20-дневными неделями) и кинами (сутками). Катун (периоды по 20 тунов) занимали промежуточное положение и показывали, в каком текущем в данный момент периоде времени происходило то или иное событие, т. е. катун для древних майя был такой же единицей счисления времени, какой для европейцев является столетие.

Анализ структуры календарной системы показал, что она была разработана на астрономической основе и отдельные ее элементы имеют астрономическую природу и не могут рассматриваться как периоды, связанные с сезонами дождей, сезонами сельскохозяйственных работ и т. п.

На основании изучения календарной системы древних майя удалось установить, что время понималось ими как бесконечный ряд явлений, в котором одинаковые события могут повторяться через определенные, иногда очень большие промежутки времени, т. е. их понимание времени можно сопоставить с бесконечной спиралью или прямой.

Автор выражает глубокую благодарность Виктору Кузьмичу Абалакину, Петру Афанасьевичу Грязневичу, Светлане Александровне Мурри, Ивану Николаевичу Шякину, Борису Петровичу Ушакову и Маргарите Александровне Фурсенко за советы и помощь, полученные при подготовке к печати материалов о календаре древних майя.

ЛИТЕРАТУРА

- Галленкамп Ч., Майя, М., 1966.
 Княжалов Р. В., Культура древних майя, Л., 1971.
 Кнорозов Ю. В., в кн. Ланда Д. де «Сообщение о делах в Юкатане», 1955.
 Кнорозов Ю. В., Письменность индейцев майя, М.—Л., 1963.
 Кнорозов Ю. В., Заметки о календаре майя. Общий обзор. I. Сов. этногр. № 2, 77—86, 1971а.
 Кнорозов Ю. В., Заметки о календаре майя. Общий обзор. II. Сов. этногр. № 3, 33—39, 1971б.
 Куликовский П. Г., Справочник любителей астрономии, «Наука», М., 1971.
 Ланда Д. де, Сообщение о делах в Юкатане, М.—Л., 1955.
 Стивенс М., Индейцы без томагавков, М., 1971.
 Anton F., Kunst der Maya. Leipzig, 1968.
 Makemson M. W., The astronomical tables of maya. Contrib. Amer. Anthropol. and Hist., vol. VIII, № 42, 183—222, 1943.
 Teeple J. E., Maya astronomy. Carnegie Inst. Wash., publ. № 403, 1930.
 Thompson J. E. S., The civilization of the mayas. Field Museum of Nat. Hist., sect. Anthropol. № 25, 1—101., 1932a.
 Thompson J. E. S., The solar year of the mayas at Quirigua, Guatemala. Field Museum of Nat. Hist., Anthropol. ser., vol. XVII; № 4, 367—421, 1932b. Thompson J. E. S., Maya arithmetic. Contrib. Amer. Anthropol. and Hist., vol. VII, № 36, 37—62, 1942.

МАТЕРИАЛЫ И ДОКУМЕНТЫ

НАТУРФИЛОСОФИЯ ИЛИ ФИЗИКА

Феофан Прокопович

(Публикация В. М. Ничик и М. Д. Rogovich)

Учение Коперника впервые было признано в Киево-Могилянской академии, а возможно, и во всем нашем отечестве, в лекциях Феофана Прокоповича (1681—1736) — выдающегося общественного и церковного деятеля, ученого и поэта.

Получив образование вначале в Киево-Могилянской академии, а затем в Польше и Италии, Прокопович, возвратившись на родину, стал преподавателем и ректором академии. В 1716 г. он был вызван Петром I в Петербург. С этого времени Прокопович обосновывает и защищает реформы Петра I, становится его ближайшим помощником в делах просвещения и церкви.

В Киево-Могилянской академии с 1707 по 1709 г. Прокопович читал курс философии, разделом которого была натурфилософия, т. е. физика; читал он также и курс математики. Одновременно Прокопович производил естественнонаучные наблюдения и эксперименты, по прекращая их и после отъезда из Киева. В Петербурге у него были многие приборы для астрономических наблюдений, среди них и армиллярные сферы по системе Коперника. Телескоп доставлялся ему из Академии наук.

В курсе философии, который читал Прокопович, имя Коперника упоминается неоднократно и всегда в положительном плане. Система Птолемея, по мнению Прокоповича, с большим трудом объясняет строение мира и его движение, чем система Коперника.

Прокопович не только излагал учение Коперника, но и защищал его.

Гораздо чаще, чем к самому Копернику, обращается Прокопович к Галилею. Он говорит о нем, как о «самом знаменитом философе и математике», как о «прославленном астрономе» и «великом флорентийце». Прокопович неоднократно цитирует его «Диалог о двух системах мира», говорит об открытии и объяснении Галилеем пятен на Солнце, спутников Юпитера, фаз Венеры и т. п.

Ниже публикуется часть курса, который читал Прокопович в Киево-Могилянской академии. Рукопись на латинском языке хранится в ЦНБ АН УССР, в отделе рукописей, шифр ДА/п.43. Числа на полях обозначают страницу рукописи. Знак — // — окончание страницы. Слова в квадратных скобках — дополнение по смыслу.

Ч. 2. Книга первая. О МИРЕ ВООБЩЕ...

Раздел второй. Система мира Птолемея

- 118 л. 1. Птолемей, известный мудрец, царь Египта, которого все считали выдающимся математиком за большие познания в этой области, исследовал и обосновал определенное размещение пяти великих [небесных] тел. В центре он поместил земной шар, состоящий из суши и воды. По мнению Птолемея, он лишен внешнего движения и пребывает в состоянии вечного покоя. Этот шар окружен воздухом, смешанным с теплотой и паром, а выше, вокруг воздуха, расположен элементарный огонь, который непосредственно окружен эллиптической орбитой Луны. Все остальное пространство, находящееся выше лунной орбиты, разделено им на десять небесных сфер, из которых одни расположены выше других и ограничены плащами. Всего, вместе с луной, он насчитывает одиннадцать орбит. На первой и ближайшей орбите находится Луна, на второй — Меркурий, на третьей — Венера, на четвертой — Солнце, на пятой — Марс, на шестой — Юпитер, на седьмой — Сатурн. Эти семь [небесных тел] называются звездами или зорями Египетскими. // Восьмая орбита называется небесным сводом, на ней расположены неподвижные звезды. «Неподвижными» их называют не потому, что они не движутся (напротив, мы наблюдаем противоположное явление), а из-за того, что их взаиморасположение, в отличие от планет, остается неизменным. Девятая и десятая орбиты называются хрустальными небесами, а одиннадцатая — небом перво двигателей. Некоторые [последователи Птолемея] при-
- 118 об.

нимают оба хрустальных неба за одно и потому насчитывают десять сфер. Хотя впервые система [мироздания] была предложена Пифагором, Аристарх и Филолай изложили ее намного убедительнее, обнаружив идею о движении Земли в противовес движению Солнца. Однако мы называем эту [первую систему] птолемеевской, так как Птолемей, будучи выдающимся

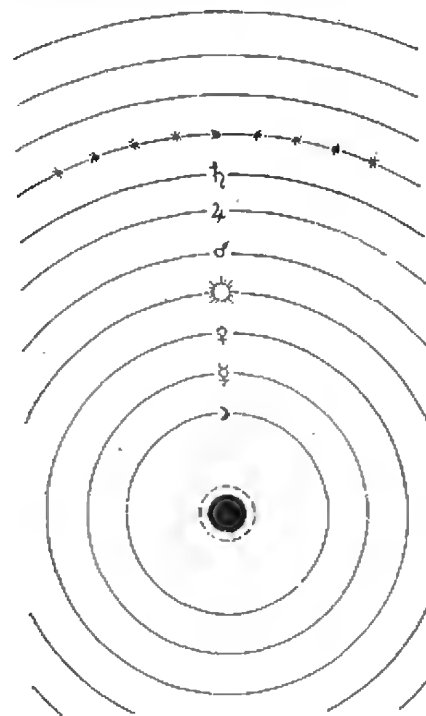


Рис. 1. Система Птолемея.

математиком, объяснил античным свою систему более детально и правдоподобно, обосновав ее различными аргументами. Чтобы действительно лучше понять все системы мира, рассмотрим рисунки каждой из них в отдельности ¹⁾. Здесь изображена первая из них — система Птолемея.

¹⁾ Рисунок системы Птолемея в тексте отсутствует. Он воспроизведен на основании других курсов натурфилософии, читавшихся в Академии.

Раздел третий. Система Коперника

1. Николай Коперник, прусс, доктор медицины и вместе с тем выдающийся математик, воспринял предложенную когда-то Аристархом и Филолаем систему, объяснил ее и стремился обосновать большим количеством убедительных доказательств. Его объяснение имело настолько большой успех, что за ним последовало множество современных философов и астрономов. Казалось, что эта система не противоречит святому письму, но в действительности, как увидим далее, это не так.

2. Сущность этой системы состоит в том, что в центре мира помещается Солнце, которое остается неподвижным относительно движения Меркурия, расположенного к нему наиболее близко и обращающегося вокруг него за три месяца. Венера же совершает свое движение вокруг Солнца за девять месяцев. Далее идет Земля с элементарной сферой; она вращается двойным движением вокруг упомянутых звезд, то есть Солнца, Меркурия и Венеры. Одно ее движение называется годовым, другое — суточным. При годовом движении Земля обращается вокруг Солнца с запада на восток согласно последовательности знаков Зодиака, вследствие чего кажется, что Солнце, пребывающее в центре мира, неподвижно и неизменно, а движутся только упомянутые звезды. Но в действительности, говорит он (Коперник), Земля есть то, что движется вокруг них. На основании суточного движения Земли вращается вокруг Солнца и вокруг своей оси с запада на восток, подобно тому, как твердый шарик, брошенный на плоскость, двигаясь к центру, к которому он был направлен, вращается одновременно вокруг своей оси. Говорят, что первое движение продолжается 365 дней, а второе — 24 часа. Луна обращается вокруг Земли за 30 дней. Марс осуществляет свое обращение вокруг Солнца, центра мира, — в течение двух лет. Юпитер — двенадцати, наконец, Сатурн, — тридцати лет. Восьмая сфера, на которой расположены звезды, как говорят, просто неподвижна и настолько отдалена от орбиты Сатурна, что в сравнении с нею годовой круг Земли представляется как бы точкой. О других сферах Коперник не говорит ничего нового.

3. Движение Луны он определял как двойное: одно месячное, когда Луна обращается вокруг Земли как центра, другое — годовое, когда она обращается вместе с Землей вокруг Солнца. Всем другим планетам также присуще двойное движение: первое, благодаря которому они вращаются вокруг своей оси, и второе, благодаря которому они движутся вокруг центра мира — Солнца. А неподвижные звезды не вращаются вокруг Солнца, как и самому Солнцу не свойственно движение перемещения, хотя оно не лишено вращательного движения и подобно планетам вращается вокруг своей оси как водчок. Поэтому Картезий, который наилучше объяснял систему Коперника, разделил эту всеобщую на различ-

ные вихри или спирали. И сколько есть великих вихрей, столько и звезд, и Солнце, и Земля также являются звездами. Эта система имеет множество как сторонников, так и противников. Среди последних был, как свидетельствует Паоло Антонио Фоскарини ¹⁾ в своем письме к Себастиану Фантону, и Христофор Клавий ²⁾. И хотя [Клавий] не примет эту систему, он не соглашается и с общепринятой системой Птолемея. Поскольку [по его мнению] система Коперника недостаточна для объяснения многих сложных явлений астрономии,

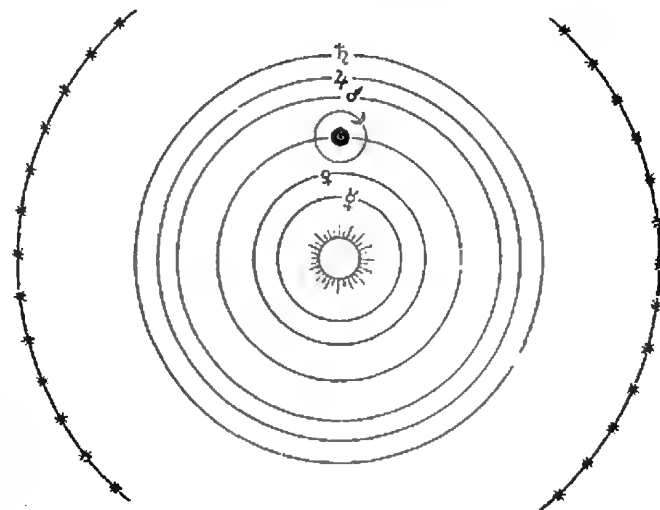


Рис. 2. Система Коперника.

он призывал астрономов к созданию новых систем, помимо птолемеической и коперниковской. Кроме логических аргументов, от этой системы особенно отпугивали человеческий разум свидетельства святого писания, согласно которым не Земля движется, а Солнце. Однако многие современники Коперника

¹⁾ Фоскарини Паоло Антонио (1580—1616) — итальянский математик, профессор философии и теологии в Неаполе, одним из первых выступил с поддержкой системы Коперника в сочинении «Lettera sopra l'opinione de'Pittagorici e del Copernico della mobilita della Terra...» (1615), которое в следующем году было запрещено индигиктом инквизиции.

²⁾ Клавий Христофор (1537—1612) — немецкий математик; его комментированное издание «Начал» Евклида «Euclidis elementorum libri XV» (1574 г.) использовано Прокоповичем в курсе арифметики и геометрии.

написали на это очень большие и талантливые ответы, изложить которые мы здесь не имеем возможности, но вернемся к ним тогда, когда будем говорить о небесах и элементах отдельно. Все же другие [системы] будут объяснены по ходу дальнейшего изложения.

Раздел четвертый. Система мира Тихо де Браге //

150 л

1. Новую систему, отличную от птолемеевской и коперниковской, предложил Тихо де Браге, выдающийся и известный датский астроном. Землю вместе с первоэлементами он

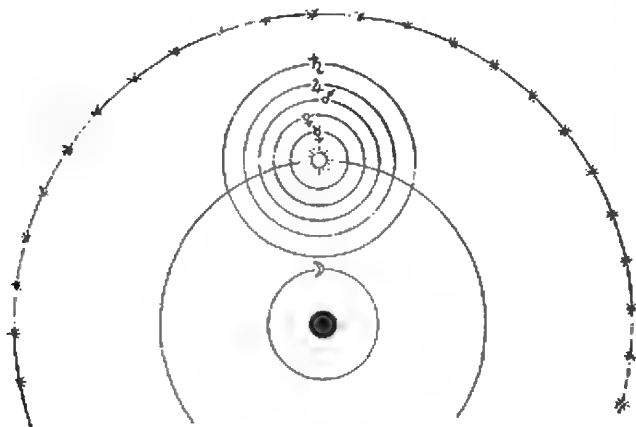


Рис. 3. Система Тихо Браге.

поместил в центре мира, определяя ее как неизменяемую и неподвижную. Вокруг Земли, по его мнению, вращается Луна, — далее — Солнце, и, наконец, сфера неподвижных звезд. Центром вращения других планет, таких как Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, напротив, является Солнце. Это мы лучше увидим из приведенного рисунка.

2. Здесь можно увидеть, что эта система отличается от обеих предыдущих и одновременно кое-что у них заимствует. Ибо, чтобы объяснить видимое движение неба, которое, как кажется, продолжается 24 часа, Тихо попыт за Птолемеем и поместил неподвижную Землю в центре мира, утверждая, что вокруг нее вращаются все небеса с востока на запад. А чтобы объяснить действительное движение планет, он соглашается с Коперником, помещая в центре Солнце, вокруг которого движутся — ближе всего Меркурий и Венера, далее Марс, Юпитер, Сатурн. Большинство современных философов приняло эту систему — ближе всего Меркурий и Венера, далее

Марс, Юпитер, Сатурн. Большинство современных философов приняло эту систему и именно потому, что она легче решает многие сложные вопросы астрономии и, со своей стороны, не противоречит святому писанию. Она более безопасна, ибо изложена осторожнее. Мы же удовлетворимся только историческим ознакомлением со взглядами астрономов и не будем вступать в споры на чужом поле.

[Книга вторая. О ЦЕБЕ

Раздел четырнадцатый

[Здесь будут обсуждаться] вопросы о том, решат ли опытные математики проблему количества подвижных звезд, о конфигурации Солнца, Луны и других планет, об их весе. Об этих вопросах, которые многие ученые относят ко всем неподвижным звездам, я буду говорить только в связи с планетами.

(1) Ибо я считаю, что определение количества всех звезд послужило бы причиной для новых споров. Поскольку, как подсказывает опыт и авторитет бога, их количество бесконечно. Ведь из опыта известно, что Млечный Путь есть не что иное, как бесчисленное количество очень малых звезд, ненаблюдаемых невооруженным глазом, о чем мы еще скажем. Далее, многие математики, и особенно достойный всяческих похвал Галилей Флорентийский, открыли немало звезд, которые до этого времени не были известны. Это же подтверждается и авторитетом бога, говорящего Аврааму в «Бытии», глава 15: «посмотри на небо и сосчитай звезды, если ты можешь счесть их» и далее в главе 22: «благословлю тебя и умножая умножу семя твоё, как звезды небесные и как песок на берегу моря».

179 об. И в псалме 146 он только тому дает название количества звезд, «кто сочтет неистисимые звезды и присвоит им имена». Поэтому, хотя мы и соглашаемся с тем, что астрономы удовлетворяются количеством звезд, которое они определяют в 1022 ¹⁾, все же, несмотря на их добросовестные наблюдения, нужно серьезно признать, что в действительности звезд существует неизмеримо больше.

(2) Что же касается количества планет или подвижных звезд, то есть несохраняющих друг относительно друга постоянного пространственного расположения и движения, то известно, что их семь: Солнце, Луна, Венера, Меркурий, Марс, Юпитер и Сатурн, которые в таком, а не в большем количестве, движутся разными орбитальными и многими иными движениями. Правда, когда-то Фаворин ²⁾, как свидетельствует

¹⁾ Прокопович имеет в виду каталог положений 1022 звезд, составленный древнегреческим ученым Гиппархом (2 в до н. э.).

²⁾ Фаворин (85—143) — римский философ-эллинист, автор многочисленных произведений, в том числе и своеобразной историко-философской энциклопедии «Смешанная история».

Геллий¹⁾, книга 14, раздел первый, выразил сомнение в том, что их насчитывается именно столько, а во больше, и утверждал, что планет может быть больше, чем мы видим. И это сомнение было не безосновательным, так как педавно всемирно известный астроном Галилей Линдейский²⁾ при помощи оптической трубы обнаружил какие-то новые планеты, неизвестные ранее, и доказал, что они движутся вокруг Юпитера. Эти звезды он назвал юпитерскими или медичейскими (от имени Козимо Медичи, великого дюка Этрурии, у которого знаменитый философ и математик паходплся). Он установил, что их есть четыре. Этим наблюдением он подтвердил сомнение Фаворина и одновременно посеял неуверенность и сомнение ученых даже относительно количества планет.

(3) Но нужно познакомиться также с конфигурацией Солнца, Луны и других планет, исследовать их вес, установить, являются ли они шероховатыми и веровыми, то есть, со всем тем, о чем мы могли узнать как от достославнейшего Галилея, так и от других математиков. Во-первых, то, что планеты имеют округлую и сферическую форму, видно из освещения Луны и затемнения Солнца. А то, что Луна и Солнце округлы, доказывает их подобие, в каком бы месте мы их не наблюдали. Ведь если бы они были не сферическими, а плоскими, то не везде их можно было бы видеть одинаковыми. Хотя бы в одном из этих мест они казались бы круглыми, в другом овалными, а еще в ином — снова вытянутой формы. В этом можно легко убедиться на простом опыте — для этого нужно прибить к балке диск и наблюдать его с разных точек. А то, что они [Солнце и Луна] кажутся нам дисками, есть следствие их очень большого от нас расстояния. Ибо, как известно из оптики, все линии от глаза до поверхности весьма удаленного сферического тела кажутся равными средней линии или перпендикуляру, проведенному от центра глаза до центра шаровидного тела. //

180 л. (4) В последнее время благодаря столь удачно изобретенной трубе многими учеными установлено, что планеты не являются такими чистыми и блестящими, как нам кажется. По крайней мере относительно Луны это известно каждому. Остается только выяснить, что это за пятна, которые непрерывно и постоянно можно наблюдать на поверхности Луны, о чем скажем дальше. Как это ни странно, такие же пятна и изменения открыты и на других планетах и даже на самом

¹⁾ Геллий Авл (II в. н. э.) — римский писатель, автор «Аттических почей», в которых изложены сведения о многих малоизвестных античных философах, ученых, писателях.

²⁾ В 1611 г. Галилей был принят в Риме в члены «Академии деи Линчеи», т. е. Академии «рысеглазых», ученых, чья научная зоркость позволяет им видеть недоступное для простых людей. Противопоставление слепого крота (папы) зоркой рыси (Галилею) в стихотворении Прокоповича «О напском приговоре Галилею» основано на этом факте. (см. стр. 368).

Солнце. А для того, чтобы начать с главного, скажу, что поверхность Солнца, как установили Атанасий Кирхер и Схинезий¹⁾ в Риме в 1635 году, такова:

(5) Это сферическое тело, однако его сферичность не геометрическая, так как оно не гладкое, а как бы сдиформированное по многих местах горами. Говорят, что оно, подобно земному шару, состоящему из суши и воды, образуется из твердой и жидкой материи, не смешанных и не соединенных друг с другом. Там, на Солнце, видны как бы огненные моря и реки, которые имеют жидкую природу и кипят как расплавленное золото. И все они развиваются как бы по твердой земле во все стороны. Кирхер считает, что Солнце имеет внутри огромные щельры и вместительные резервуары, через которые проходит и переливается эта горячая и блестящая огненная жидкость. На нем можно наблюдать множество пятен, как соединенных между собой, так и смежных. Наибольшее их количество находится вблизи центра. Эти пятна движутся вместе с Солнцем и вокруг Солнца. Некоторые из этих пятен, находясь посредине Солнца, суть большие и круглые, а когда доходят до периферии, кажутся нам малыми и менее круглыми вследствие упомянутой нами причины, что объясняется формой сферического тела. Галилей отметил, что движение этих пятен таково, что в первой половине года они кажутся одними, а во второй половине — другими. Сегодня, например, они движутся просто по диску Солнца от одного края к другому, а через несколько дней будут двигаться по кривой линии, согнутой сверху подобно серпу. Это движение будет продолжаться полгода и когда оно закончится, снова начнется прямое, а вскоре после этого снова кривое, но направленное вниз. Это изменение их движений объясняет тот же Галилей в «Диалоге», 31 («О движении Земли»), приняв гипотезу, что Земля движется вокруг Солнца, а Солнце вращается вокруг себя самого, но так, что солнечная ось не параллельна земной оси. Все это можно легче представить благодаря подвижному глобусу, чем при помощи слов. Вследствие того, что эти пятна не всегда одинаковы, но одни исчезают, а другие возникают, становится понятным, что и на Солнце происходят процессы возникновения и гибели. Огонь на Солнце — собственный 190 об. и элементарный и это потому, // что он, как говорят, не может уничтожить ту твердую солнечную материю, Кирхер считает, что она или является солнечной землей или обладает природой асбеста, этого камня, который будучи однажды зажженным, никогда, как говорят, не угасает, пока не сгорит до конца, или надеется еще какой-то иной способностью, благодаря которой очень сильно сопротивляется огню. Но почему, в конце концов, возникают эти пятна? Я бы мог поспорить, что на Солнце существуют и другие горючие вещества, подобные сернистым массам, которые загораются и превращаются в дым

¹⁾ Схинезий (Schinesns) — личность этого ученого установить не удалось.

или без кламени, но уничтожаются, помаду дымясь, или разлагаются каким-то иным способом и после нескольких взаимных изменений возвращаются к исходной материи. Таким образом, эта материя никогда полностью не уничтожается, подобно тому как и Земля не уничтожается, несмотря на свои непрерывные изменения. Поэтому, если поверить наблюдателям, я все же буду придерживаться мнения, что многие ученые ошибаются, помещая огненную сферу над сферой воздуха. Ведь скорее можно допустить, что область огненного царства находится на самом Солнце. Хотя, как кажется [некоторым], этому препятствует то, что пламя таких факелов не поворачивается к Солнцу, а направляется в сторону перпендикулярной к нам точки. Ведь оно должно было бы направляться к своему собственному месту. Но об этом поговорим позже.

Относительно Луны, которая расположена наиболее близко к Земле, новейшими астрономами, особенно Галилеем, было сделано при помощи телескопа много точных и достоверных наблюдений. О том, что тело Луны сферично, знали уже все античные мыслители. У них были только сомнения в том, является оно совершенно геометрически сферичным (т. е. не шероховато ли оно вследствие определенной неровности), или же весьма гладко, напоминая сферического зеркала, и не только лишено гор, но и складок. Античные авторы отстаивали это последнее мнение, исходя из того существенного аргумента, что воспринимаемый свет Солнца достаточно сильно рассеивается [Луной], а это, как они считали, может произойти лишь на гладком теле. Вопреки этому мнению, новейшие астрономы убедительно доказали, что тело Луны не только не ровное, но и имеет высокие горы. Это точно установлено при помощи телескопа. И Галилей, и следующий за Галилеем Сальвати, на том самом основании, при помощи которого античные философы доказывали, что хотя [гладкая] Луна и не имеет собственного света, однако светит, очень умело доказывали противное. Действительно, если бы Луна была гладкой и темной, то она бы не только не светила, но даже была бы для нас невидимой. Ведь из опыта известно, что плоские и гладкие плиты, являясь гладкими зеркалами, не светят всей своей поверхностью тем, кто на них смотрит. Только одна из их линий светится как текущий // ручей, остальная же поверхность кажется темной. [Это объясняется тем, что] очень гладкие сферы, будучи круглыми зеркалами, отражают свет только в одной точке, а остальные [точки] остаются темными. И хотя с каждой точки свет распространяется во все стороны, наблюдатель видит его только с одной точки, как будто очень маленькую звездочку, то есть, с той [точки], с которой глаз наблюдателя видит перпендикулярный луч. Поэтому и художники, желая изобразить гладкое зеркало, рисуют черную плоскость и на ней проводят одну белую линию. Когда же хотят нарисовать гладкий шар, они также рисуют темный диск, оставив посредине одну яркую точку. Это же касается и поверхности каменной стены, так как ее шероховатая

и неровная [часть] является более яркой в сравнении со всеми другими. Причина и первого, и второго состоит в том, что свет, падая на любое темное тело, отражается от него, образуя отраженный лучом и противоположным телом угол, который равен углу, образуемому лучом света, падающим на это тело. Поэтому в оптике существует аксиома — угол луча отражения равен углу луча падения. Когда тело очень гладко и старательно отполировано, я вижу отраженный свет только с одной точки или линии, ибо только с одной точки луч, идущий к глазу, может образовывать с темным телом угол, равный углу, образуемому падающим лучом с тем самым телом, как легко может убедиться наблюдатель, проводя на бумаге линии к углам. Что касается шероховатых тел, то тут сохраняется та же величина углов, однако возникает иное следствие, так как шероховатое тело состоит из множества холмиков, выступающих над поверхностью. И чем их больше или чем выше они выступают, тем более шероховатым является тело. А чем их меньше или чем менее они выступают, тем более оно приближается к гладкому. Поскольку лучи света, падая на шероховатое тело, падают на множество выпуклостей (а отраженные ими лучи могут попадать в глаз под углом, равным углу падения), то оно все блестит. Что же касается предыдущего, то здесь все обстоит иначе. Поэтому можно легко убедиться, что мы не могли бы видеть Луны, если бы она была чистой. Будь она совершенно правильным и гладким шаром, свет, получаемый от Солнца, отражался бы от нее только в одной точке, а эту точку из-за ее незначительных размеров и большого от нас расстояния нельзя было бы увидеть. Но поскольку Луна как целое отражает свет, она должна быть не гладкой, а холмистой, шероховатой и неровной. Этот аргумент вытекает // из общего наблюдения за отраженным светом. А специальные наблюдения за Луной при помощи телескопа подтвердили, что она не только шероховатая, но и гористая, как уже было сказано.

181 об.

Из данного учения вытекает действительно легкое разрешение вопроса о пятнах на Луне, казавшегося когда-то настолько трудным, что Плутарх посвятил ему большую книгу, в которой изложил различные мнения многих философов. Поскольку эти мнения являются менее достоверными, и из-за отсутствия времени о них не упоминаю и оставляю каждому из Вас прочесть их [труды] самостоятельно. Мысль же Галилея в приведенном уже месте такова: те части Луны являются светлыми, которые покрыты горами, а темными кажутся равнинные части, представляющие собою не что иное, как пирыки, протяженные и разнообразные долины, окруженные длинными цепями складчатых гор. И Земля, если бы на нее посмотреть с Луны, показалась бы такой же: возвышающиеся места засверкали бы от полученного солнечного света, а низкие казались бы покрытыми тенью. Некоторые еще утверждают, что эти пятна — какой-то текущий элемент, и [согласно этому утверждению] Луна должна была бы быть

телом, состоящим из соединения твердого и жидкого, как и Земля. Темными [в таком случае] были бы воды на том же самом основании гладкости и, кроме того, они должны были бы быть низшими. Однако, хотя здесь и нет ничего абсурдного, я сомневаюсь, имеет ли эта мысль основания в каком-то определенном эксперименте.

Астрономы вели наблюдения также и за другими планетами и на всех обнаружили пятна, которые суть признаки того, что планеты не гладкие, а шероховаты. Кроме того, если истинно то, как подтверждают почти все [астрономы], что все планеты не имеют собственного света, но освещены Солнцем, то они не должны быть гладкими вследствие упомянутой ранее причины, ибо в противном случае они отражали бы свет только в одной точке и мы бы их не видели.

О папском приговоре Галилею

1

Папа безбожный, жреца ты природы за что так терзаешь?

В чем же вина старика, божий тиран ты святой?

Папа, с ума ты сошел! Не к твоим обратился он сферам.

Он также не захватил земли коварно твои,

Где знойный Стикс увлекает все души недавно усопших,

Иль где все боги живут — суть твоего ремесла.

Мир его — истинный, твой, знаю, — ложный. Да пет его вовсе!

Звезды его бог создал. Ты же — коварство, обман.

«Нам, — говоришь, — долг велит нам заботиться дено и ношно,

Чтоб популярность имен не обманула народ».

2

Барварский, дикий заика! Ты — мира слепитель ничтожный!

Что? Испугался светил, что их открыл Галилей?

Иль злодеяния изобличает твой его зоркость?

Тщишься, вопиющий ты крот, больше увидеть, чем рысь ¹⁾.

¹⁾ ЦНБ АН УССР. Отдел рукописей. Шифр ДА/п.298, стр. 864. Перев. с латинского М. Д. Роговича.

ПИСЬМА О. Ю. ШМИДТА К В. В. РАДЗИЕВСКОМУ

(Подготовил к печати А. В. Артемьев)

Переписка О. Ю. Шмидта с В. В. Радзиевским, который к началу ее занимал должность ассистента-астронома в Ярославском педагогическом институте, продолжалась с 1947 по 1953 г. и относится к периоду становления космогонической гипотезы О. Ю. Шмидта о происхождении Земли и планет Солнечной системы.

Годом раньше в руководимом О. Ю. Шмидтом отделе эволюции Земли Института геофизики АН СССР, носившем ныне его имя, возник постоянно действующий космогонический семинар. Основное ядро участников семинара на протяжении многих лет составляли Б. Ю. Левин, Г. Ф. Хильми, В. С. Сафронов, Е. Л. Руской и С. В. Козловская.

В. В. Радзиевский неоднократно принимал участие в заседаниях этого семинара, работа которого чаще всего проходила в городской квартире или на даче О. Ю. Шмидта под Звенигородом.

Формирование космогонической теории О. Ю. Шмидта происходило в период, когда его организм уже был существенно подорван, а работоспособность значительно снижена. В этот период все чаще и чаще возникали вынужденные перерывы в работе Отто Юльевича, когда врачи настойчиво требовали его полного отключения от всех научных и административных дел. Но, подавляя в себе острое недомогание, пренебрегая его в часы общения со своими учениками и коллегами, он продолжал активную творческую деятельность.

Большую моральную и практическую помощь оказывала ему в это время спутница его жизни Ирина Влади-

мировна Шмидт. Нередко, находясь в постели, Отто Юльевич вынужден был диктовать ей свои письма. Иногда Ирина Владимировна, хорошо зная ход мыслей Отто Юльевича, сама составляла деловые письма.

Ниже публикуются несколько таких писем.

В своих воспоминаниях проф. В. В. Радзиевский так рассказывает о первой встрече с Отто Юльевичем Шмидтом:

«Космогоническая гипотеза О. Ю. Шмидта и ее первом изложении была встречена специалистами довольно прохладно. Она была не свободна от ряда недоработок и трудностей. В частности, оставался неясным механизм захвата Солнцем пылевого облака, из которого впоследствии сформировались планеты. Занимаясь вопросами светового давления, я обратил внимание на одну из возможностей такого захвата, обусловленную неконсервативностью фотогравитационного поля. Написав об этом Отто Юльевичу, я, откровенно говоря, по-слишком надеялся получить какой-либо ответ от этого прославленного и бесконечно занятого ученого. Какова же была моя радость, когда я не только получил окрыливший меня ответ, но вместе с ним и приглашение Отто Юльевича посетить его в Москве для обсуждения деталей механизма.

Выехав в Москву, я даже не подозревал, что Отто Юльевич все еще лежит в клинике и что свидания с ним запрещены врачами. От Ирины Владимировны я узнал, что Отто Юльевич испросил разрешения на 10-минутный разговор со мною. По дороге в клинику, которая находилась в 10—15 км от Москвы, я впервые услышал от Ирины Владимировны всю правду о тяжелом состоянии Отто Юльевича.... Войдя в палату, я увидел лежащего на больничной койке человека с высоким лбом, живыми пытливыми глазами, с благородной осанкой и густой черной, слегка седеющей бородой. Нетрудно было узнать в нем портрет хорошо известного всему миру легендарного командира челюскинцев.

Отто Юльевич встретил меня очень приветливо. Разговор быстро перешел на обсуждение конкретных деталей механизма захвата Солнцем космической пыли. Великий ученый так поразил меня своей обаятельностью, красотой и логикой мыслей, что я не заметил как промелькнули 40 минут. И только высанная бледность на лице Отто Юльевича и знаки сестер напомнили мне о давно перерасходованном регламенте».

По мнению В. В. Радзиевского, высокая оценка, которая давалась его работам со стороны Отто Юльевича, в значительной мере была обусловлена педагогическим тактом этого маститого ученого, его стремлением морально поддержать начинающего исследователя, делающего свои первые шаги в науке. Как видно из публикуемых писем О. Ю. Шмидта, его возражения или кри-

тические замечания в адрес отдельных идей В. В. Радзиевского высказывались чрезвычайно тактично и дружелюбно.

Публикуемые здесь письма О. Ю. Шмидта представляют определенный интерес и в чисто научном плане, поскольку они в некоторой мере отражают ход рождения и развития отдельных космогонических идей Отто Юльевича.

Мы не ставим себе целью подробную расшифровку конкретных идей и их деталей, обсуждаемых в публикуемых письмах. Специалисты, которые заинтересуются этой стороной их содержания, найдут весь необходимый материал в опубликованных работах самого О. Ю. Шмидта, а также в работах В. В. Радзиевского и некоторых других авторов, напечатанных в Докладах АН СССР по представлению академика О. Ю. Шмидта. Поэтому в дальнейшем мы ограничимся лишь небольшими подстрочными примечаниями и библиографическими ссылками на обсуждаемые работы.

Главную ценность публикуемых писем мы видим далеко не только в том, что они могут быть интересными для специалистов в области космогонии. Ценность этих писем прежде всего в том, что они открывают неопубликованные странички из жизни этого замечательного ученого-коммуниста, чей мужественный образ, беззаветная преданность Родине и науке, гуманность и любовь к человеку-труженику могут служить образцом для подрастающего поколения.

Мы считаем своим долгом выразить благодарность Ирине Владимировне Шмидт за разрешение на публикацию ее писем, а В. В. Радзиевскому, кроме того, и за предоставленную возможность ознакомиться с его неопубликованными воспоминаниями о периоде сотрудничества с О. Ю. Шмидтом.

Письмо О. Ю. Шмидта от 12 декабря 1947 года

Глубокоуважаемый Владимир Вячеславович!

Ваше письмо от 5 декабря этого года меня очень обрадовало как серьезная поддержка моей работы.

Я хотел бы остановиться на Вашем замечании. Вы совершенно правильно указываете, что после принципиального доказательства

возможности захвата в задаче трех тел наступило время детального выяснения механизма захвата метеоритного облака. Однако я не предвижу в этом деле никаких затруднений со стороны ограниченной задачи трех тел. Захват каждой малой частицы может осуществляться по той же схеме, как образование двойных звезд, т. е. кроме Солнца и метеорита необходимо наличие третьего тела, роль которого может играть еще одна звезда, пошедшая и облако одновременно с Солнцем или, быть может, само облако в целом, притягивающее каждый метеорит к центру облака. Я думаю исследовать вопрос именно в этом направлении.

Предлагаемый Вами механизм захвата с помощью сопротивляющейся среды принципиально также возможен. Однако не могу скрыть от Вас своего скептического отношения к этой сопротивляющейся среде. Она появилась в космогонических работах еще в ту пору, когда под этой средой можно было подразумевать эфир, который тогда, как Вы знаете, представляли себе упругим, но несомненным. Если же под этой средой подразумевать облако мелких частиц, то воздействие сопротивляющейся среды проявляется только при столкновениях, т. е. сопротивляющаяся среда становится питающей средой, как в моей теории образования планет из метеоритного роя уже после его захвата Солнцем. Роль же этой среды за время акта захвата, по-моему, не сможет быть значительной ввиду относительно кратковременного нахождения Солнца внутри облака.

Тем не менее Ваши чрезвычайно оригинальные соображения о взаимодействии аэрады и частиц при их блпзком прохождении, где роль светового давления может быть значительной, — мне кажутся очень интересными, в особенности их возможное приложение к интерпретации Цефеид¹⁾. Однако должен оговориться, что я не специалист в этой области.

Буду очень рад, если Вы найдете возможным сообщать мне о Ваших исследованиях или посетите меня, когда случится быть в Москве.

Уважающий Вас

О. Ю. Шмидт.

Письмо И. В. Шмидт от 30 марта 1948 года

Многоуважаемый Владимир Вячеславович!

Получу Вам по поручению Отто Юльевича. Ваше 2-е письмо он получил давно, но, из-за болезни, никак не мог им вплотную заняться. Сейчас он снова находится в больнице, где пробудет еще недели 2—3. Он просил передать Вам, что Ваши высказывания по во-

¹⁾ В. В. Радзиевским было предложено два механизма захвата. Первый из них, основанный на учете сопротивляющейся среды, не получил детального развития в его работах. Независимо от В. В. Радзиевского этот механизм в корректной форме был разработан Т. А. Агекином (см. Доклады АН СССР, том 79, № 4, 1949 г.).

просу захвата его живо заинтересовали, но углубиться в них он из-за плохого состояния здоровья не мог, но надеется сделать это как только выйдет из больницы. Он просит извинить за задержку с ответом, вина за что частично лежит и на мне, поскольку я не сразу написала Вам.

Ирина Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 2 июля 1948 года

Глубокоуважаемый Владимир Вячеславович,

моя жена, Ирина Владимировна, уже писала Вам, что была вынуждена отложить Ваши письма до момента, когда мне вновь позволят заниматься. Теперь мне стало лучше, и я с большим интересом читала Ваши письма от 11 января и 10 апреля. Очень жалею, что не мог Вам ответить раньше.

Ваши соображения о тормозящем действии того излучения, в которое превращается кинетическая энергия упавшей на Солнце части облака, очень интересны и, как мне кажется, принципиально правильны. Было бы интересно сравнить действия Вашего механизма с известным торможением частиц, происходящим даже от симметричного излучения Солнца (эффект Поинтинга — Робертсона). По-видимому, Ваш механизм сильнее. Но для оценки этого механизма с точки зрения накопления достаточного метеоритного роя, способного образовать нашу планету, потребуется, вероятно, еще не мало вычислений, например, время действия механизма.

Было бы очень интересно заслушать Ваш подробный доклад. Не согласитесь ли Вы, в бытность в Москве, рассказать нам свои соображения? Кроме моих постоянных товарищей в работе, — Парийского, Хильми, Левина и Колосовской, — можно было бы, по соглашению с Вами, пригласить нескольких астрофизиков. Лично я слишком далек от астрофизики, чтобы составить себе мнение без консультации. Особенно хорошо, если бы мы имели заранее присланный текст, хотя бы основных положений и расчетов.

В письме от 10 апреля меня поразила, конечно, простота и эффективность расчета количества тепла, выделяемого при падении метеоритного вещества на Землю¹⁾. Вы блестяще подтверждаете мою догадку, что Земля никогда существенно не нагревалась. Не скрою от Вас, однако, что мне неоднократно приводили противоположные доводы. Было бы очень интересно и этот вопрос обсудить. После такого обсуждения, как и по первой теме, было бы очень хорошо напечатать Ваши соображения, например, в Докладах Академии.

¹⁾ Эти расчеты В. В. Радзиевского остались неопубликованными. Их краткое изложение содержится в первом издании брошюры О. Ю. Шмидта «Четыре лекции о теории происхождения Земли», изд. АН СССР, М., 1949.

Во второй части последнего письма Вы применяете мою формулу о возрасте Земли к другим планетам ¹⁾. Я в свое время проделал те же выкладки и пришел приблизительно к тем же парадоксальным результатам. Этот парадокс меня не очень испугал. Дело в том, что при выводе расчета для Земли были формулированы определенные предположения, простое распространение которых на большие планеты было бы незаконным. Например, я сознательно пренебрег, оговорив это в тексте статьи, динамическим воздействием Земли, ограничиваясь простой геометрией пересечения пути метеорита с земным шаром. Для больших планет динамикой пренебрегать нельзя. Если вместо геометрического вводить «эффективный» радиус планеты, как это делается, например, при расчете действия Юпитера на кометы, то величина A (или C) растет как $\left(\frac{r_{\text{эф}}}{r_{\text{геом}}}\right)^2$; при том же

времени T для $x = \frac{mT}{Q}$ получается совсем другая величина, гораздо больше, так что парадокс может совсем исчезнуть. Впрочем, я на этом месте тогда остановился и отложил весь вопрос до более подробного рассмотрения картины захвата в деталях.

Переписка с Вами, дорогой Владимир Вячеславович, доставляет мне большую радость.

Ваш О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 6 сентября 1948 года

Глубокоуважаемый Владимир Вячеславович!

С большой радостью и огромным интересом я читал и перечитывал Вашу работу о захвате с учетом светового давления ²⁾. Впечатление яркое и сильное.

Конечно, я буду еще читать, а когда станет лучше (сейчас у меня опять плохая полоса, надеюсь, что ненадолго), то напишу Вам подробно с неизбежными вопросами и критическими замечаниями. Но не думаю, чтобы эти замечания поколебали мое первое впечатление. — что Вы сделали большое открытие, подняли и блестяще анализировали новое явление. Объем применимости этого явления мне сейчас еще не вполне ясен. Надо подумать.

¹⁾ Формула О. Ю. Шмидта, определяющая возраст Земли, содержится в его работе «Астрономический возраст Земли» (Доклады АН СССР, том 46, № 9, 1945 г.). Применение этой формулы к другим планетам не даст хорошего совпадения с общепринятой шкалой времени.

²⁾ Работа В. В. Радзиевского «О неконсервативности фотогравитационного поля и о возможном механизме захвата Солнцем космической пыли» опубликована в Докладах АН СССР, том 72, № 5, 1950.

Пока лишь одно мелкое замечание. Я был бы не менее обрадован, если бы у Вас при теоретическом определении момента Луны получилось совпадение не в двух знаках, а в одном или хотя бы в порядке величины. Все равно это был бы великодушный результат, а совпадение в двух знаках все же, пожалуй, случайность ¹⁾. Так, например, моя формула роста Земли, которой Вы пользуетесь, не претендует на такую большую точность. С другой стороны, если учесть некоторое различие в плоскостях обращения Луны и эклиптики, то умножение на косинус угла тоже расстроит второй знак.

С нетерпением буду ждать продолжения. Вы как-то писали, что осенью, возможно, будете в Москве. Не выполните ли Вы этого плана? Мы бы подробно поговорили о всех Ваших работах, можно было бы поставить доклады в любой аудитории.

Горючо поздравляю Вас и крепко жму руку.

Ваш О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 9 февраля 1949 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

От всей души поздравляю Вас с получением ученой степени. Я слышал рассказы о Вашей успешной защите и о единогласном признании факультетом Ваших заслуг.

Ваша готовность целиком отдаться космогоническим исследованиям, которые Вы начали с таким блеском, меня бесконечно радует. В брошюру, которая на днях выйдет под названием «Четыре лекции о теории происхождения Земли», я позволил себе указать на некоторые Ваши результаты, хотя они еще не опубликованы. Надеюсь, что Вы на это не рассердитесь. Брошюру я Вам припишу, как только она выйдет.

Ваш переход на космогоническую тематику будет сильным и, как я надеюсь, решающим ударом по тому несправедливому настроению, которое сейчас стало модным в астрономических кругах и приводит к своеобразному «космогоническому штилизму»: нельзя, мол, в наше время заниматься космогонией. Этот взгляд, конечно, несовместим с нашим научным мировоззрением.

Мы были бы очень рады, если бы Вы согласились изложить Ваши результаты в области космогонии, как прежние, так и новые, на заседаниях нашего космогонического семинара. Мы собираемся довольно регулярно по субботам, но если суббота для

¹⁾ Несколько позже В. В. Радзиевский отказался под влиянием критики О. Ю. Шмидта и Б. Ю. Левина от применения обсуждаемого в письме механизма захвата для объяснения происхождения Луны и опубликовал значительно видоизмененную гипотезу в статье «Происхождение Луны в свете космогонической теории О. Ю. Шмидта» (Бюллетень ВАГО, № 11 (18), 1952 г.).

Вас неудобно, то мы охотно сделаем исключение. Прошу Вас написать мне об этом.

С нетерпением ждем Ваших сообщений и Вашего личного приезда.

К сожалению, и на этот раз мой ответ задержался из-за нездоровья.

Ирина Владимировна присоединяет свой сердечный привет к моему.

Ваш О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 5 мая 1949 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Ваша работа производит очень хорошее впечатление, и я ее с большой радостью представил в «Доклады АН СССР» для напечатания¹⁾.

Я только позволил себе подчеркнуть в конце упоминание обо мне и Б. Ю. Левине с выражением благодарности. Это я делаю не из скромности, а потому что живое творческое обсуждение работ до их напечатания — это закон нашего семинара, и нам всем приходилось бы каждый раз благодарить всех участников, так что мы раз и навсегда решили воздержаться.

В письме Вы ставите ряд интересных вопросов. Постараюсь ответить.

1) Захват планетами материи для спутников из уже захваченного Солнцем роя²⁾ и мне кажется более вероятным, чем новый захват извне. Так и я получил, когда занимался спутниками (массы и не вычислял).

2) О столкновениях метеоров с $+i$ и $-i$ Вы, мне кажется, также вполне убедительно. О результирующем моменте при столкновении с разными i кое-что (не слишком ясно) сказано у меня в статье о положении плоскости эклиптики в Галактике³⁾.

3) Ваша мысль о постепенном (по времени) уплотнении роя к Солнцу с уменьшением его объема является для меня новой. Я подсчетов не производил, но мне всегда казалось, что тут борются две тенденции: приближение к Солнцу из-за геометрического сложения моментов и из-за эффекта светового давления на некоторый разряд частиц и удаление от Солнца из-за того же давления на другой разряд частиц, а также из-за взаимных возмущений частиц, при котором часть из них может даже покинуть рой. Каков возможный баланс — я не исследовал.

¹⁾ Речь идет о работе «О причине экваториального ускорения Солнца» (Доклады АН СССР, том 67, № 5, 1949).

²⁾ Эта идея изложена в работе, упомянутой в примечании на стр. 375.

³⁾ См. статью О. Ю. Шмидта в «Докладах АН СССР», том 52, № 7, 1946.

Я надеюсь, что административные обязанности все же не совсем приостановят Вашу научную работу, так как это было бы очень жаль. Новые идеи надо разрабатывать и опубликовывать возможно быстрее, а затем постепенно улучшать. Сейчас не времена Дарвина.

Ваш О. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 7 октября 1949 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Очень обрадовало меня Ваше сообщение, что Вы снова вернулись к научной работе по космогонии. В успехе работы я уверен зная те наброски, которые Вы нам ранее сообщали.

Мы будем очень рады вновь увидеть и услышать Вас в Москве. Наш семинар собирается теперь по средам, в 11 часов, у меня на городской квартире. Для Вашего доклада мы, конечно, выделим любую среду, по Вашему выбору. Но не менее интересны и более частные беседы с Вами, в том или ином узком кругу.

Лето было для меня сравнительно удачным. Вторые за шесть лет я надеюсь провести осень дома, а не в больнице. Хотя моя работоспособность и не достаточна по сравнению с поставленными задачами, — но все же кое-что делать могу. В частности, я закончил — в доступном мне приближении — исследование вопросов о происхождении суточного вращения и о происхождении спутников. Они оказались тесно связанными.

Ждем Вас с нетерпением. Привет от Ирины Владимировны.

Ваш О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 24 февраля 1950 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Сегодня я представил Вашу работу в ДАН¹⁾. Задержка была вызвана временным очередным ухудшением здоровья (теперь уже все в порядке).

Работа мне очень нравится, как и все, связанные с Вашей глубокой идеей о роли светового давления в движении небесных тел.

Вашим позволением вносить изменения я воспользовался только в одном месте, а именно при упоминании о моей работе²⁾. Вычеркнул число 99,7%, заменив словами «подавляющая часть». Дело в том, что в упомянутой работе мои расчеты запредельно и сознательно приблизительные и предварительные (что и оговорено), а приведение из нее числа с тремя цифрами может дать ложное представление о

¹⁾ Речь идет о работе, упомянутой в примечании²⁾ на стр. 374.

²⁾ Ссылка на работу О. Ю. Шмидта, опубликованную в «Докладах АН СССР», том 65, № 1, 1946.

степени точности расчетов. В этой связи меня не обрадовало и аналогичное упоминание той же величины в Вашей большей работе, посланной в А. Ж. (хотя сама работа мне кажется очень хорошей).

Интересны Ваши замечания о моем законе планетных расстояний. Опять-таки и этот закон я считаю лишь приближенительно первым видом статистического характера самого явления вынашения частиц на планету. Интегрировать все же надо от нуля до $\sqrt{30}$, по утешью, что массы близких планет завышены. В последнем изложении (печатается в Известиях АН, серия физическая, доклад на отделении ФМ наук) я показываю, что каждому закону $j(q)$ соответствует свой закон планетных расстояний. Аппроксимируя $j(q)$ в виде Cq^λ , я затем из среднего момента получаю, что λ близка к нулю. Впрочем, при λ от 0 до 1 закон не очень сильно отличается¹⁾.

Массы всех планетных областей должны быть действительно одинаковы. Так я всегда и считал. Уменьшение фактической массы планеты от Юпитера до Нептуна я объясняю не эффектом Нойнтинга — Робертсона, а неисчерпанностью данных областей за протекшее время. Об этом тоже сказано вкратце в упомянутом докладе. А вообще когда-нибудь следует закон расстояний уточнить.

Сердечный привет, надеюсь на Ваш скорый приезд и дальнейшие беседы.

О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 26 мая 1950 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Вашу первую работу («Планетоцентрический эффект...») я представил уже в ДАН, а вторую представляю несколько позже первой — так принято в ДАН.

Я позволил себе немного изменить название статьи, в расчете на Ваше согласие²⁾. Если же Вы не согласитесь, то, конечно, все будет по-старому. А именно, предлагаю назвать статью «Планетоцентрический эффект лучевого торможения», ссылка на Нойнтинга

¹⁾ Значения употребляемых здесь символов читатель может найти в работе О. Ю. Шмидта «Возникновение планет и их спутников» (Изв. АН СССР, серия физ., том 14, № 1, 1950).

Ознакомление с рукописью этой статьи вызвало ряд критических замечаний со стороны В. В. Радзиевского. Критические замечания в адрес этой работы содержатся также в статье А. В. Артемьева и В. В. Радзиевского «О происхождении осевого вращения планеты» (АЖ, том 42, № 1, 1965).

²⁾ Речь идет о статье В. В. Радзиевского «Планетоцентрический эффект лучевого торможения» (Доклады АН СССР, том 74, № 2, 1950), которая в рукописном варианте автора была названа «Планетоцентрический эффект Нойнтинга — Робертсона».

и Робертсона останется, конечно, в начале текста. Дело в том, что мы все больше привыкаем называть явления по существу, а не по именам. В данном случае это тем более уместно, что планетоцентрический эффект открыт Вами, а не этими иностранцами.

Вашу вторую работу¹⁾ сейчас внимательно изучает Б. Ю. Левин. Я просил его написать Вам непосредственно свои замечания и предложения.

Очень благодарен я Вам за подробные замечания к моей последней работе. Я хочу ответить на них очередным большим письмом.

Жму руку и приветствую.

О. Ю. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 25 января 1951 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Получил Ваш привет по случаю 2-го издания моей книги. Благодарю. Вы, конечно, обратили внимание на большие отличия 2-го издания. Особенно меня радует, что так разрослось число работ, не исходящих непосредственно от меня и моих сотрудников. Дело все более принимает характер коллективного научного движения.

Раздел о законе планетных расстояний переработан под значительным влиянием Вашей критики. Все же и это изложение мне не нравится. Да и места не было для более полного рассмотрения вопроса. Мне очень хочется посоветоваться с Вами об этой работе и получить от Вас дружески-неумолимую критику всей книги в целом.

Очень жаль, что в Ваш последний приезд нам не пришлось встретиться. Поговорили бы о Ваших и наших планах и перспективах. Это было бы очень важно и полезно.

Вас интересует также распространение моей книги. Как мне разъяснили, количество экземпляров в каждом магазине зависит исключительно от заказа последнего. Никакой разверстки нет.

Предстоит ли, наконец, космогоническая конференция? Кажется, да, но срока я еще не знаю, как и списка участников. Я дал заявку с указанием на наиболее компетентных и заинтересованных лиц, включающей, разумеется, Вас, и очень рассчитываю на Ваш приезд.

Я лежу в очередной раз, но, кажется, это только пустяк (грипп). Привет от Принца Владимировича.

Ваш О. Шмидт

¹⁾ Речь идет о статье В. В. Радзиевского «Торможение лучистой и корпускулярной радиацией при переменном массе Солнца», которая была возвращена В. В. Радзиевскому на доработку с замечаниями Б. Ю. Левина. Опубликована в Докладах АН СССР, том 81, № 2, 1951.

Письмо О. Ю. Шмидта от 2 марта 1951 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Очень рад, что Вы примете участие в работе конференции. Подготовка ведется довольно успешно; совещаются астрономы, геологи, геохимики и т. д. Какая-то польза от этого, несомненно, будет.

Разумеется, я ничего не могу иметь против Вашего сообщения о происхождении астероидов, которое, как мне кажется, и не находится в противоречии с моими работами. Обсудить же Ваши очень интересные последние сообщения (оба) хочется поподробнее, не только на конференции, но и в более узком кругу и без ограничения времени, как Вашего, так и нашего.

Принет, Ваш О. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 22 мая 1951 года

Дорогой Владимир Вячеславович,

благодарю Вас за присылку реферата Вашей докторской диссертации. Мне кажется, что это будет очень интересная и оригинальная диссертация, и тема очень актуальная.

Благодарю Вас также за поздравление в связи с окончанием нашего Совещания¹⁾. Оно прошло очень интересно и было довольно тщательно подготовлено. Жаль, что Вы не смогли участвовать. Но о «победе» мне все же кажется еще рано говорить. Победу можно будет считать фактом, когда на большинстве астрономических кафедр СССР планетную космогонию будут читать по-современному, а до этого еще далеко. Нам самим надо еще много поработать. Но все же совещание — важный этап, и его результат, конечно, положительный.

Надеюсь, что мы с Вами в близком будущем увидимся и подробно поговорим. Горячо желаю Вам успеха.

Ваш О. Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 3 августа 1952 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Благодарю Вас за присылку оттисков, Ваша агитационная брошюра просто прелесть, лучше чем что-либо, напечатанное на ту же тему²⁾.

¹⁾ Речь идет о Первом Всесоюзном совещании по вопросам космогонии (Москва, 16—19 апреля 1951 г.).

²⁾ Имеется в виду статья В. В. Радзиевского «Новое в учении о происхождении и развитии Солнечной системы», «Блокнот агитатора» № 9 (63), 1952, Ярославль.

С особым интересом я в последнее время перечитываю Вашу статью в «Докладах» о торможении корпускулярной радиацией при переменном магнитном поле¹⁾. Чем больше я об этом думаю, тем больше убеждаюсь, что Ваше исследование может играть роль решающей проверки для выбора среди космогонических гипотез о происхождении допланетного вещества. Мне очень хочется говорить с Вами об этом, узнать от Вас, развиваете ли Вы эту важнейшую тему дальше.

Вследствие моей болезни я не видел Вас уже давно. Очень жаль. Сейчас меня кладут на некоторое время в клинический санаторий. Тем не менее, когда бы Вы ни приехали в Москву, очень прошу Вас меня посетить (машина будет). Мне очень досадно, что некоторое ухудшение болезни, не будучи опасным, все же лишило меня на год возможности научно работать. А между тем именно теперь надо интенсивно развивать работу, проверить и уточнить теорию. Обо всем этом и бы очень хотел с Вами говорить. Позвольте мне надеяться, что в течение ближайших месяцев Вы найдете возможным быть в Москве.

Желаю Вам всего лучшего и крепко жму руку.

Ваш О. Шмидт

Письмо И. В. Шмидт от 24 сентября 1952 года

Многоуважаемый Владимир Вячеславович!

Ваше письмо застало Отто Юльевича в очень плохом состоянии. Снова обострился двухсторонний процесс, осложнившийся сильной гипоксикацией всего организма. Сейчас он торичло (за лето) лежит в больнице (той же, где Вы его посещали), где ему начали применять новое средство, так как стрептомицин уже не оказывает действия.

Ухудшение началось еще с апреля месяца и все нарастало, но он отклонил все попытки врачей тогда же его положить в больницу, пытался работать и тем лишь ухудшил свое состояние. В конце июля его все же удалось уговорить лечь. Пролежал месяц только и решил снова сделать попытку приступить к работе, как он говорил «живым или мертвым», тем более, что начинался учебный сезон. Вышел на работу 8/IX, а уже 11-го снова слег с температурой, а 18/IX его снова уложили в больницу. «Пожилицы» между состоянием здоровья и желанием по-прежнему что-то делать, несомненно, еще более обострили процесс. Сейчас ему категорически запрещено читать и заниматься чем-либо серьезным, пока сами врачи не найдут это возможным.

По-видимому, он примирился с таким режимом, по уверениям, что, если Вы как-либо приедете в Москву, он захочет Вас по-видать.

¹⁾ См. примечание на стр. 379.

Конечно, его очень гнетет сознание, что он не смог в этом году сделать всего того, что начал по дальнейшей разработке теории, но я его все успокаиваю тем, что как он поправится, он сделает сразу больше, чем мог сделать перемогаясь и через силу. Так ведь было и с 1-м изданием «Четырех лекций» которые он написал сразу по выходе из больницы. Друзья, в числе которых я имею и Вас, должны помочь мне поддерживать его в этом плане.

Шлю искренний привет.

Уважающая Вас Ирина Шмидт

Письмо И. В. Шмидт от 17 января 1953 года

Многоуважаемый Владимир Вячеславович!

Очень прошу извинить меня, что я не ответила на Ваше письмо от 15/XII. Дело в том, что как раз в этот период со здоровьем Отто Юльевича было настолько плохо, что приходилось опасаться самого худшего. Выйдя из больницы, он сумел только поработать недели две и потом вновь в первых числах ноября слег с сильным обострением процесса, главным образом теперь в левом легком. Плюс ко всему ослабление сердечной деятельности и общая интоксикация. Пришлось применить даже кислород.

Сейчас дней 6 как он стал себя лучше чувствовать, ему разрешили исходить и выехать на дачу и понемногу входить в работу. Поэтому Вашу работу, присланную для докладов 15/XII, я ему сумела показать только теперь. Он ее просмотрел (вчерне, — Вы знаете как Отто Юльевич тщательно относится к научным делам), но хочет просмотреть еще раз. Вам второе письмо — о новых Ваших работах по захвату — я ему показала. Он очень рад и, конечно, обязательно хочет с Вами познакомиться и послушать. Я думаю, что в этот Ваш приезд, когда он Вам будет удобен, встреча состоится. Если мы будем на даче, то все равно — приезжайте на дачу. Сейчас мы планируем жить так: первые 3—4 дня (от понедельника) в Москве и конец недели (с четверга) на даче.

Дома, и через Бориса Юльевича Левина, я оставлю указание, что, если Вы придете в конце недели, чтобы Вам обеспечили нашу машину.

Возвращаясь к Вашей работе «Торможению солнечной радиацией несферических тел», хотя Вы и просили меня, если О. Ю. не сможет просмотреть ее, — то направить прямо в Доклады — я не рискнула это сделать, так как знаю, что О. Ю. всегда с большим вниманием относится к Вашим работам. Надеюсь, что Вы на меня за это не в обиде. Думаю, что в ближайшие дни он представление сделает.

Благодарю за Ваши всегда теплые пожелания.

Уважающая Вас Ирина Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта от 27 марта 1953 года

Дорогой Владимир Вячеславович!

Обе Ваши статьи я представил в «Доклады»¹⁾. С удовольствием вспоминаю Ваш приезд и надеюсь Вас скоро снова увидеть.

Ваш О. Шмидт

Письмо И. В. Шмидт от 16 октября 1953 года

Глубокоуважаемый Владимир Вячеславович!

Простите, что не сразу ответила на Ваше письмо. Это связано с очень неустойчивым состоянием здоровья Отто Юльевича.

Видно, неудачные весна, лето и осень не прошли для него даром. Уже с июня состояние у него очень неровное, а сейчас (последние три недели) совсем незавидное — температура, правда, невысокая (в пределах 37,3—37,5) держится весь день, а главное большая слабость. Ему предписан постельный режим, который он нарушает: сделал две попытки читать лекции в Университете, но так ослаб, что читал с трудом и сейчас на время отказался эту попытку повторить. По мнению врачей, происходит сильная интоксикация организма, а все известные новые средства уже испробованы и в таких дозах, что сейчас уже перестали действовать.

Все это очень тяжело, так как он стремится работать, быть активным, а сил — немного.

Спасибо Вам за внимание. Отто Юльевич благодарит за присланные отписки Ваших работ и просит передать Вам свой сердечный привет.

Искренне уважающая Вас Ирина Шмидт

Письмо О. Ю. Шмидта к В. В. Радзиевскому от 27 марта 1953 года было последним. Однако, находясь уже в очень тяжелом состоянии, О. Ю. Шмидт нашел в себе силы просмотреть и представить в «Доклады» еще две статьи В. В. Радзиевского, опубликованные в 1953 г. (том 91, № 6) и в 1954 г. (том 92, № 1).

¹⁾ Речь идет о статьях В. В. Радзиевского «Фотогравитационная задача двух тел при анизотропном излучении» (Доклады АН СССР, том 90, № 3, 1953) и «К вопросу о происхождении протопланетного облака в космогонической теории О. Ю. Шмидта» (Доклады АН СССР, том 90, № 4, 1953).

НЕОПУБЛИКОВАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ В. К. ЦЕРАСКОГО

В. А. Бронштэн

Как известно [1], одним из первых заметил серебристые облака В. К. Цераский 12 июня 1885 г. Он же спустя две недели, совместно с А. А. Белопольским, впервые определил их высоту двусторонним методом и установил, что мы имеем дело с самыми высокими облаками, плавающими в атмосфере Земли (подробности см. [1]).

К сожалению, В. К. Цераский не опубликовал сразу же своих наблюдений и измерений, а сделал это лишь спустя два года, в 1887 г. [2]. Скорее всего, это объясняется занятостью Цераского другими делами, как станет ясно из дальнейшего.

В. К. Цераский даже не записал точной даты своего первого наблюдения серебристых облаков. В своей статье [3], опубликованной в 1890 г., он вспоминает, что это было между 4 и 24 июня 1885 г. (24 июня В. К. Цераский и А. А. Белопольский сделали первую попытку определить их высоту). Далее, он пишет: «...насколько я помню, мы увидели эти облака в первый раз в пятницу; кроме того, в эту ночь была исключительно низкая температура, 0° или -1° » и далее: «Я думаю, что это было 12 июня».

Идя по пути, указанному самим В. К. Цераским, автор обратился в Гидрометцентр ГУГМС и получил справку, что такая температура в Москве была в ночь с 12 на 13 июня 1885 г. (по новому стилю)¹⁾. Применив

¹⁾ Вопрос о стиле является весьма существенным, так как если бы даты наблюдений Цераского соответствовали старому стилю, как ошибочно полагала Л. Ф. Громова [4], получилось бы, что он увидел серебристые облака лишь 24 июня н. ст., т. е. позже Нессе, Гартвига и др.

один из так называемых «вечных» календарей (редкий случай, когда такой календарь понадобился!), мы установили, что 12 июня н. ст. была пятница. Таким образом, дата первого наблюдения серебристых облаков В. К. Цераским может считаться окончательно установленной.

Справедливость требует отметить, что В. К. Цераский не был первым, заметившим серебристые облака. 8 июня 1885 г., за 4 дня до Цераского, их заметил Т. Баггауз в Киссингене, а в 10 июня — В. Ласка, основатель Львовской обсерватории, находившийся тогда в Праге. Но ни Баггауз, ни Ласка не продолжили исследований серебристых облаков, не говоря уже об измерении их высоты. Здесь приоритет целиком принадлежит В. К. Цераскому.

Любопытно, каким образом об измерениях Цераского и Белопольского узнал Отто Нессе, в то время самый активный их наблюдатель, исследователь и популяризатор. Как уже говорилось, В. К. Цераский до 1887 г. вообще не публиковал свои наблюдения. Но Нессе узнал об измерениях высоты серебристых облаков в России не из работы [2], а из заметки бельгийского астронома Ж. Нистена в журнале «Ciel et Terre» [5], появившейся в сентябре 1887 г.

Нетрудно догадаться, каким образом Нистен узнал об этих измерениях. За месяц до публикации заметки, 19 августа 1887 г. Нистен участвовал в наблюдениях полного солнечного затмения в Юрьевце на Волге. Там же работала экспедиция Московской обсерватории, которую возглавлял А. А. Белопольский [6]. Очевидно, именно от него-то и узнал Нистен об измерениях высот серебристых облаков, выполненных В. К. Цераским и А. А. Белопольским за два года до этого, и поспешил опубликовать в «Ciel et Terre» сообщение о самых высоких облаках нашей атмосферы.

Годом раньше, 5 июля 1886 г. О. Нессе опубликовал в «Astronomische Nachrichten» № 2737 статью под характерным названием «Призыв к наблюдениям блестящего (glänzenden) небесного явления, которое, начиная с лета 1885 г., часто было видимо в средней Европе» [7]. В ней описывались наблюдения серебристых облаков 19 июля 1885 г., приводилось значение нижней границы высоты

облаков, — 50 км, полученное Нессе односторонним методом (см. [1]), и содержался призыв к наблюдениям и обсуждению этого явления.

В. К. Цераский решил откликнуться. В его большой черновой тетради, ныне хранящейся в музее Государственного астрономического института им. Штернберга, с которой нам удалось ознакомиться благодаря любезности П. Г. Куликовского, содержится текст заметки или письма в редакцию «Astronomische Nachrichten», который публикуется ниже. Письмо написано на немецком языке, довольно неразборчивым почерком. Нам удалось (хоть и не без труда) прочесть это письмо, после чего был сделан его перевод. Фразы и слова, зачеркнутые В. К. Цераским и не использованные им в другом месте, но представляющие интерес, даны в квадратных скобках.

Письмо В. К. Цераского о серебристых облаках в редакцию журнала «Astronomische Nachrichten»

В ответ на призыв г-на Нессе в № 2737 [«Astronomische Nachrichten».— В. Б.] мы позволяем себе сообщить кое-что относительно блестящего небесного явления, которое получило название «белых облаков», и мы просим опубликовать эти строки в «Astronomische Nachrichten», поскольку данное явление имеет непосредственное значение для астрономов-наблюдателей.

Мы заметили эти облака в первые дни июня прошлого года и следили за ними довольно регулярно.

В течение многих дней, после захода Солнца, в сумерки, мы наблюдали это настолько блестящее явление, что совершенно невозможно составить себе о нем представление без рисунков и подробного описания.

Явление развивается так: до и непосредственно после захода Солнца небо представляется совершенно чистым, и ни невооруженным глазом, ни с помощью различных кометоскопов и биноклей невозможно что-либо увидеть; затем [довольно быстро] в обозреваемой области замечают следы облаков, которые быстро увеличиваются и спустя короткое время покрывают все небо; затем на юге они начинают исчезать и вскоре все небо становится полностью чистым и можно видеть лишь блестящий сегмент на севере. В период летнего солнцестояния в Москве в 12 часов ночи Капелла (α Возничего) находится у верхней границы сегмента.

Некоторые длинные, ослепительно серебристые полосы, переkreщающиеся или параллельные горизонту, изменяются довольно медленно и столь резки, что их можно удерживать в поле зрения телескопа. Короче, ничего нельзя сказать, будут ли эти облака видны или невидимы или же образуются и исчезают, и весьма трудно представить себе, что эти протяженные, тяжелые, поглощающие

массы в некоторые моменты становятся полностью невидимыми; однако, нескольких наблюдений достаточно, чтобы показать, что это действительно так.

[Даже очень плотные полосы при прохождении перед звездами не ослабляют их свет, по крайней мере на глаз.]

Наблюдая звезды сквозь весьма плотные полосы, на глаз даже не удастся заметить никакого ослабления света. Однако, очевидно, что часть света звезд поглощается, и поскольку эти облака появляются летом очень часто, если не всегда, и совершенно невидимы, постольку вот уже два лета невозможно проводить астрофотометрические наблюдения.

Облака можно без труда сфотографировать, причем получается эффектное изображение.

Чтобы определить непосредственно высоту этих облаков, мы [наблюдали их с двух станций] определили их параллаксы.

По-видимому, письмо осталось незаконченным. Просмотр номеров «*Astronomische Nachrichten*» за 1886—1887 гг. показал, что там оно опубликовано не было. Поскольку редакция этого журнала не могла отказать в публикации письма такому известному астроному, как В. К. Цераский, да еще о столь оригинальном явлении, остается предположить, что Цераский так и не отправил письмо в редакцию журнала, оставив его незаконченным.

Кроме интересного описания вида серебристых облаков, в этом коротком письме представляют интерес следующие моменты:

1. Цераский обращает внимание на быстроту появления и исчезновения серебристых облаков и ставит вопрос о причине этого явления. Сейчас мы знаем, что не только фазовые переходы пар — лед или лед — пар, но и изменения условий освещения, в частности, вход и выход серебристых облаков из сумеречного сегмента, могут быть тому причиной.

2. Цераский ставит вопрос о влиянии серебристых облаков на результаты фотометрических наблюдений звезд. Этот вопрос он спустя год рассмотрел в работе [2].

3. В письме имеется ясное указание на то, что Цераский или кто-либо из сотрудников Московской обсерватории фотографировал серебристые облака и получил удачные фотографии. До сих пор этот факт не был известен, и пока найти эти фотографии не удалось. Считается, что первые фотографии серебристых облаков были полу-

чены. О. Йессе в июле 1887 г. [1]. Если наше предположение справедливо, то это значит, что В. К. Цераский фотографировал их по крайней мере на год раньше.

По-видимому, в конце письма Цераский предполагал изложить результаты своих измерений высот серебристых облаков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронштэн В. А., Гришин И. И., Серебристые облака, «Наука», 1970.
2. Цераский В. К., Астрономический фотометр и его приложения, Математический сборник 13, 76—81, 1887.
3. Цераский В. К., О светящихся облаках, Труды Московской обсерватории, II серия 2, 1890. См. также: Цераский В. К., Избранные работы по астрономии. Гостехиздат, 1953, 81—84.
4. Громова Л. Ф., Каталог наблюдений серебристых облаков на территории нашей страны с 1885 по 1956 г. Сб. «Исследования по климатологии серебристых облаков» № 6, Изд-во АН СССР, 64—83, 1963.
5. Niesten J. L. N., «Ciel et Terre» 8, 16, sept. 1887.
6. Щербakov С. В., Юрьевская экспедиция для наблюдения солнечного затмения 1887, «Астроном. календарь» на 1936 г., Горький, 1935, 128—138.
7. Jesse O., Aufforderung betreffend Beobachtungen der glänzenden Himmelserscheinungen, welche seit dem Sommer 1885 öfter in Mittel-Europa gesehen worden sind. Astron. Nachr. 115, № 2737, 5 Juli 1886.

ЗАБЫТЫЙ ПОРТРЕТ М. В. ЛОМОНОСОВА

Л. Е. Майстров

Несколько лет назад я купил в московском букинистическом магазине «Антиквар» литографию М. В. Ломоносова с надписью: «Лит. К. Эргот. ЛОМОНОСОВ». Обратившись к книге [1], в которой говорится, что «настоящая работа ставит своей целью собрать и систематизировать сведения о всех существовавших до 1917 г., а также исполненных в советское время портретах Ломоносова в живописи, рисунках, гравюре, литографии и скульптуре» (стр. 4—5), я в ней такого портрета не обнаружил, не упоминается там и Эргот.

Хотя «Словари» Д. А. Ровинского [2, 3, 4] посвящены гравировальным портретам и граверам, в них упоминается много литографов и владельцев литографий, но Эргота среди них нет. Не упоминается Эргот и в ряде других работ, посвященных истории литографии [5, 6, 7] и др. В обширной работе [8] говорится, что в нее, в частности, «включены портреты книгоиздателей, книгопродавцов, рисовальщиков, граверов и литографов для книг, владельцев типографий и литографий» (т. II, стр. 482), но и там нет Эргота.

Эргот оказался основательно забытым литографом, а вместе с ним забыта и его работа — портрет Ломоносова.

К большому сожалению, имеется только один том, от буквы А до Д «Словаря русских литографированных портретов» [9]. В нем мы обнаружили несколько работ К. Эргота. Это портреты императоров Александров (следует помнить, что том от А до Д). Нас в первую очередь интересовали подписи. Рассмотрим некоторые из них.

«Александр II. Печ. в Лит. К. Эргота в Москве на Петровке, № 17. Рис. В. Девкин. Печ. Дозв. Москва

13 декабря 1867» [9, стр. 44]. Из этой надписи следует, что в 60-е годы Эргот владел литографией, указан ее адрес (в 1865 г. в Москве было 106 типографий и литографий). Кроме того, из приведенной надписи следует, что портрет Александра II только печатался в литографии Эргота.

«Александр I. Лит. Эргот. С оригинала Бешнера» [9, стр. 24], т. е. литографировал Эргот с портрета Бешнера.

«Александр III и Мария Федоровна. Собственность издателя. Лит. К. Эргота на Петровке, 17, в Москве. Печ. дозв. С. Петербург. 6/X 1867. Гриф. на камне L. Pietzsch».

В подписях под литографиями подробно написано, какова роль каждого в создании портрета, поэтому когда мы встречаем подпись: «Александр I. Лит. Эргот», то можно заключить, что это литография, созданная самим Эрготом, а не литография с портрета, нарисованного художником.

Около одного из портретов с надписью «Александр I. Лит. Эргота» [9, стр. 24] имеется ссылка о том, что этот портрет помещен в [10]. В этой книге наряду с портретами императоров имеется ряд литографированных портретов выдающихся русских писателей, выполненных Эрготом (с подписью «Лит. К. Эргот»). Все эти портреты не являются литографированной копией известных портретов. Эргот создавал свои портреты, используя, конечно, и даже широко, картины известных художников, но не копировал их. В [10] помещены следующие литографированные портреты работы Эргота: Пушкин, Лермонтов, Языков, Хомяков, Державин, Жуковский, Карамзин. Кроме того, помещен ряд пейзажей его работы. В [10] имеется несколько литографий других авторов. Сборник стихов [10] открывается поэтическими произведениями М. В. Ломоносова, перед которыми помещен его портрет со следующей надписью: «Лит. К. Эргот. М. В. Ломоносов». Портрет этот не совпадает с тем, который находится у нас, кроме того, в подписи под портретом здесь имеются инициалы Ломоносова, которых нет на нашем. Эта работа Эргота также не упоминается в [1]. Это поясный портрет, с руками, лежащими на круглом столе. Стол и кресло с круглой спинкой только намечены. В руке Ломоносова гусиное перо, на столе — листки бумаги.



Этот портрет похож на портрет Ломоносова, выполненный Х. Вортманом (1758 г., гравюра резцом) [см. 1, стр. 51], хотя можно найти и много различий.

Портрет М. В. Ломоносова, находящийся у нас, более интересен. Отличие его от всех известных портретов бросается в глаза. М. В. Ломоносов здесь более молодой, чем его изображают обычно, черты лица более индивидуализированы. Имеются некоторые отличия и в костюме; основное из них состоит в том, что парик завит сверху вниз, а не снизу вверх, как почти на всех портретах. Так же завит парик на гравюре М. Шрейера и литографии А. И. Лебедева, но там совершенно другие позы и костюмы [1].

Наш портрет М. В. Ломоносова выполнен одновременно с работами для [10], т. е. около 1862 г. Это подтверждается рядом косвенных данных. Шрифты в надписях к нашему портрету и к литографиям в [10] полностью совпадают, одинаково расположение надписей и их текст. Можно предположить, что Эргот, сделав портрет Ломоносова для [10], остался им недоволен, поэтому он меняет трактовку образа Ломоносова, делая портрет более индивидуальным и выразительным. Этот новый портрет Эргот издает небольшим тиражом отдельно. Нам еще известна литография К. Эргота портрета переводчика Д. В. Данкова с рисунка Л. Питча [13, между стр. 128 и 129].

В книге А. Ф. Коростина [11] имеется ссылка на альбом [12], в котором помещены две литографии Эргота. В альбоме на листе 4 помещена литография Эргота с картины В. Г. Перова «В ссудной кассе», а на листе 8 — с картины П. М. Шмелкова «В номерах». Выбор картин для литографий может в некоторой мере характеризовать взгляды Эргота. Эти картины показывают быт городской бедноты, к которым авторы относятся сочувственно.

Итак, литограф К. Эргот выполнял не только парадные портреты, но уделял внимание и портретам деятелей культуры. Среди этих работ отметим портрет А. С. Пушкина. Особо следует выделить два портрета М. В. Ломоносова, из которых один отличается своеобразной трактовкой образа и выразительностью исполнения.

Портреты М. В. Ломоносова, выполненные Эрготом, после 1862 г. никогда нигде не воспроизводились. Один

из них помещен в надании, которое уже давно находится в отделе редких книг библиотеки им. В. И. Ленина, а второй, публикуемый в этой статье, случайно обнаружен только в одном экземпляре.

Любопытно отметить, что дом № 17 по ул. Петровке, где размещалась литография Эргота, сохранился. Он был построен в начале XIX в. и имел четыре этажа; в XX в. дом был надстроен. В этом здании сейчас размещается «Фабрика металлографии и штемпельно-граверных работ. Штемпельно-граверный цех». Фабрика находится здесь с 1936 г., а до этого здесь была цинкография. В доме № 17 находится также Московское городское профессионально-техническое училище № 144, которое готовит работников типографий. Таким образом, в доме № 17 на ул. Петровке в Москве, по-видимому, непрерывно, более ста лет, действует основанное К. Эрготом производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г л и н к а М. Е., М. В. Ломоносов (Опыт иконографии), изд. АН СССР, М.—Л., 1961.
2. Р о в н и н с к и й Д. А., Подробный словарь русских гравированных портретов, СПб., 1889 (т. I; т. II).
3. А д а р ю к о в В. Я., Дополнения и исправления к подробному словарю русских гравированных портретов Д. А. Ровинского. СПб., 1889. Изд. ж. «Старые годы», 1911.
4. Р о в н и н с к и й Д. А., Подробный словарь русских гравированных портретов XVI—XIX вв., СПб., 1895.
5. А д а р ю к о в В. Я., Очерк по истории литографии в России, «Аполлон», 1912, № 1.
6. Ф р и д л а н д е р М., Литография, М., 1925.
7. К о р о с т и н А. Ф., Начало литографии в России, М., 1943.
8. Книга в России, т. I—II, М., 1924—25.
9. А д а р ю к о в В. Я., О б о л љ и н н о в Н. А., Словарь русских литографированных портретов, т. I, М., 1916.
10. Несколько избранных лирических стихотворений русских поэтов (подарок детям, любящим полезное и приятное занятие), М., 1862.
11. К о р о с т и н А. Ф., Русская литография XIX в., М., 1953.
12. Альбом видов и сцен из русской жизни. Автографы московских художников, М., 1867.
13. Поэты 1820—1830-х годов, т. I, «Советский писатель», Ленинградское отд., 1972.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Абу Наср 178, 183
 Агекян Т. А. 372
 Адамс 151
 аз-Зеркали 169, 193, 194, 196—198
 Аквалениус 104
 ал-Бируни 169, 171—174, 177—183, 185, 187, 189—193, 205, 208—214, 217, 219, 221—225, 227—232, 234, 246, 247, 250
 ал-Кашш 295
 ал-Кинди 179
 ал-Кухи 178
 ал-Маракуши 169, 183, 184, 192, 193, 198, 200
 ал-Марверруди 179
 ал-Масихи 173
 ал-Фазари 178
 ал-Фергани 171
 ал-Хасан 207
 ал-Ходжеджи 176, 183, 193
 ал-Хорезми 179, 250, 251
 Альбрехт 162
 Альхазен 89
 Андерсон А. 68
 ан-Надим 178
 Анолловий 27, 171
 Апостоли 147
 Аргеландер 158
 Арнабхата I 245, 247
 Арнабхата II 246
 Ариосто Л. 26
 Аристарх 359
 Аристотель 19, 20, 22, 59, 75, 77, 78, 90, 103, 104, 107, 211
 ар-Разн 171
 Арриага 77
 Архимед 27, 105
 ас-Сугани 169, 177, 178, 180, 182—184
 ас-Сайфи 176
 ас-Сиджидан 169, 185, 187, 188, 190, 191, 194
 ат-Туси 169, 193, 198, 201, 202
 Баев К. Л. 33, 34
 Бакгауз Т. 386
 Бальди Б. 29
 Бао Чжан-ши 271
 бар-Якоб Н. 113
 Белопольский А. А. 157, 159—166, 385, 386
 Бем М. 21
 Бенъковска Б. 75
 Бернард из Бискупово 18
 Бессель Ф. 151, 158
 Биркенмайер Л. А. 17, 45
 Бичурин Н. Я. (Накинф) 258, 260, 261
 Бобынин В. В. 122, 123
 Браманте Д. 26
 Брахмагута 246, 247, 250
 Брудневский В. 14
 Бруно Дж. 70, 71, 78
 Будинцев 146, 148
 Буридан 19
 Бхаскара I 246, 247
 Бхаскара II 246, 248
 Былица М. 20, 28
 Бэкон Р. 77
 Бюржи 68
 Ван Ман 290
 Ваповский Б. 54
 Варахамхира 245, 246, 249, 250
 Варфоломей из Липиды 18
 Ваченроде Л. 16, 24, 28, 33, 34, 36
 Вербист Ф. 321

Весселяго Ф. 123
 Веселовский И. Н. 16, 35, 45, 48, 57, 71
 Видманштадт И. 55
 Вителло 89, 91, 92, 103
 Витрувий М. 170, 171
 Випневский 147
 Вишнучандра 245
 Влино 147
 Водка Н. 16, 17, 28
 Войцех из Оштова 28
 Войцех из Пиева 18
 Войцех из Шамотул 18
 Вортман Х. 394
 Вульф А. Н. 129
 Вунн 142, 145, 148, 149
 Вурм 146
 Гадилей 51, 67, 70, 71, 74, 75, 78, 80, 82, 96, 99, 100, 104, 363—366
 Галле 151
 Гань Гун 272—274
 Гарней В. 78
 Гартман 160, 167
 Гассенди 33
 Гассович П. 80
 Гаусс К. 147
 Гипп 123
 Геллий А. 364
 Герардо Кремонский 27, 36
 Гераклид Понтийский 44
 Гершель В. 158
 Гизе Т. 54, 56, 57
 Гиппарх 232, 274, 294, 363
 Гиата А. 159
 Головин Ф. 119
 Гонтама 304
 Гораций 35
 Готье 147
 Го Шоу-цзин 309—311
 Грейг А. С. 139, 140, 142, 145, 146, 148, 149, 155
 Грис 123
 Гульдн П. 68
 Гул Шен-цин 279
 Гу Янь-у 276
 Дансс Э. 319
 Даль К. 146, 147, 152
 Дашков Д. В. 394
 Дезарг Ж. 69
 Декарт (Картезий) 78, 91, 92, 360
 Денисов А. П. 122
 Державин Г. Р. 392
 Джематэддин 311
 Джорджоне 26
 Дуэйтский Я. 74
 Дыблинский А. 74—76, 108
 Дэи Пин 279—281
 Евдокс Книдский 32, 171
 Евклид 27, 89, 96, 192
 Жебровский (Жябраускас, Жяб-рис) Т. 80
 Жуковский В. Г. 392
 Ибн Сина 173
 Иессе О. 386, 387
 Инь Чун 302
 Иоанн Филоноп 170
 И Синь 302
 Иездигерд 233
 Кавальери Б. 68
 Каминский П. 81, 82
 Кампиано Д. 27
 Кануано ди Манфредония Ф. 32
 Карамзин Н. М. 392
 Кардан 103
 Карликовский Ф. 22
 Картезий (Декарт) 360
 Карчевский В. 82
 Кассона 304
 Кеплер Н. 23, 66—69, 78, 89—100, 219, 319
 Кинжалов Р. В. 337, 338, 352
 Киприянов В. 101
 Кирик Новгородец 109—112
 Кирхер А. 78, 365
 Клавий Х. 361
 Кнорозов Ю. В. 335, 337, 338, 344, 352
 Кнорре К. Х. 140, 142, 143, 145—149, 151, 152, 154, 155
 Кнорре Э. 145
 Ковалевский О. М. 315
 Козловская С. В. 369
 Кошпток 164

Коперник А. 24
 Коперник Н. 15—18, 21—24,
 27—30, 32—45, 47—57, 59—
 61, 63, 64, 69—71, 73—84,
 86, 101, 103, 105, 107, 108,
 321, 357, 358, 360—362
 Копиенский И. Ф. 123
 Корвин Л. 34, 35, 50
 Корвилов В. А. 139
 Копи 159
 Кригер О. 74, 79, 101
 Круль М. 20, 28
 Куликовский П. Г. 347, 387
 Кумараджива 304

Лазарев М. П. 139
 Ламл 248
 Ланда де Д. 343, 344
 Ласка В. 386
 Лаухсен фон Г. И. (Ретик) 55
 Лебедев А. И. 394
 Лебедев П. И. 157, 161—164,
 166
 Леверье 151
 Левин В. Ю. 369, 376, 379
 Лейбниц Г. В. 68, 69
 Лепин В. И. 19
 Леопардо да Вилли 26
 Леопардо Пизанский (Фибонач-
 чи) 27
 Лермонтов М. Ю. 392
 Ли Чуан-чу 322
 Ли Чунь-фын 303, 302
 Ломоносов М. В. 391—394
 Лю Ся-хун 278, 279, 291
 Лю Ань 290
 Лю Хун 290, 292
 Лю Чжо 295, 298, 299
 Лян Лин-цзян 302

Магницкий Л. Ф. 122—126
 Маджали 165, 166
 Ма Дуан-лин 306
 Майкельсон 158
 Манганари Е. 147, 148
 Манганари М. 147, 148
 Марпин из Олькуша 18
 Матейка Я. 39
 Ма Хэи 266
 Медичи К. 364
 Менелай 27

Мёстлин 23, 95
 Метон 275
 Микеланджело 26
 Милевский А. 77
 Михаил из Вроцлава 18
 Михайлов А. А. 16
 Михельсон В. А. 164
 Млодзяновский И. 76
 Мустель Ф. Р. 166
 Май Чу-чип 322
 Мэн Цзы 277

Пай Хуань-чжонь 321
 Нахимов П. С. 155
 Непер 68
 Нидем 320
 Николай Кузанский 94
 Нистен Ж. 386
 Новара Д. М. 28, 29
 Нордман Ш. 157, 163, 164, 166
 Ньюэлл 163
 Ньюкомб 321
 Ньютон И. 68—70, 121, 158
 Ньюхаус Д. 124

Озу 100
 Оккам В. 77
 Оппольдер Т. 274
 Осипова П. А. 129
 Оуан Сю 302

Павел Александрийский 245
 Павел Миддельбургский 29, 30,
 43
 Павел III 35
 Павел VI 57
 Папи 27
 Паскаль Б. 69
 Начоли Л. 28, 29
 Нейербах Г. 22, 32
 Некарский П. И. 123
 Перов В. Г. 394
 Петр I 119, 123, 357
 Пикар 100
 Питч Л. 394
 Пифагор 359
 Плакк М. 162
 Платон 78
 Плечкайтис Р. 79
 Плутарх 367
 Помпонаццо П. 31, 32
 Порта 97, 99

Прокопович Ф. 357, 358
 Птолемей К. 21, 22, 27, 28, 36,
 39, 44, 54, 55, 59, 61, 64, 74,
 75, 77, 78, 80, 89, 91, 103,
 107, 171, 173, 183, 209, 211—
 213, 227, 231, 232, 250, 273,
 358, 359, 362
 Пушкин А. С. 127, 134, 137,
 392, 394

Рабикускас Н. 79
 Радзиевский В. В. 369—372
 Райболлин Ф. 30
 Райхана 207
 Раулийх 162
 Рафаэль 26
 Региомонтан 61, 63, 64, 83
 Рейнгольд Э. 45
 Ретик 28, 30, 54—57, 61,
 63, 64, 74
 Риччи М. 317
 Ровинский Д. А. 391
 Романов К. К. 130
 Рудамин И. 74, 75, 104
 Руджигерий М. 317
 Рускол Е. И. 369
 Рэлей 159

Сабит-ибн-Корра 83
 Сакробоско 21, 102
 Сальвиати 366
 Салье М. А. 228
 Сафронов В. С. 369
 Сиятский Д. О. 123
 Себохт С. 170
 Сельмейстер 158
 Семейский М. И. 129, 130
 Си 255
 Сигизмунд Август 73
 Сильвестров А. Д. 130
 Симокатта Ф. 33
 Синдзо 272, 275
 Скачков К. А. 255, 322
 Скотт Д. 77
 Слайфер 167
 Слоун Р. 121, 122
 Спеллнус 91
 Спядецкий Я. 80—82
 Соболевский А. И. 113
 Статцкевич Я. 76
 Стречский А. 81

Струве В. Я. 140, 143, 145, 146,
 151, 158
 Струве О. 161
 Суарец 77
 Су Сун 306
 Схипезий 365
 Сыма Цянь 266, 279
 Сэй Фа 322
 Сюань Цзан 304
 Сюй Ан 303
 Сюй Гуан-ци 318, 320, 321
 Сюэ Фан-чу 321

Террентиус 319
 Тихо Браге 39, 66, 75—78, 80,
 91, 95, 102—107, 380, 362
 Тихов Г. А. 157, 159, 161,
 163—165
 Тидпан 26
 Толеет 77
 Туси Наспрэдди 311

Урцео А. 30
 У Суй 279
 Ушаков Ф. Ф. 139

Фаворин 363, 364
 Фантон С. 361
 Фарварсон А. 119, 123, 125, 126
 Фа Сянь 304
 Феодосий 27
 Фибоначчи 27
 Физо 158
 Филолай 44, 359
 Флеметид 158
 Флис фон дер 149, 150
 Фома Аквинский 77, 78
 Фонсека 77
 Форбе 159, 162
 Фоскарини П. А. 361
 Фракасторо Д. 32
 Фрост 162
 Фу Жень-чунь 299
 Фуко 70
 Фэн Сян-пин 271

Хань Кун-лянь 306
 Хильми Г. Ф. 369
 Хо Ко-тун 322
 Хубилай 308, 317
 Хэ 255
 Хэ Чин-лун 294, 298, 303

- Цай Юань 327, 328
 Цао Пин-вей 303
 Цах 147
 Цераский В. К. 385—389
 Цзин Чоу-чан 277
 Цзу Хан-чжи 297, 298
 Цзу Чун-чжи 295, 297
 Цэ Цзы-туй 328
 Цзи Куй 287, 290, 294
 Цун Нин 294
- Чаоис 151
 Чжан Га-суй 302
 Чжан Сы-юань 306
 Чжан Хан 288—291, 306
 Чжан Цан 277
 Чжан Цзы-синь 298
 Чжу Вань-синь 274
 Чжу Кэ-чжен 267, 276
 Чэнь Цзунь-гуй 265
- Шанцер М. 40
 Шварцшильд К. 159
 Шедель Г. 23
 Шейнер 98, 99, 104
 Шикард В. 69
 Шимон из Сернца 18
 Шимон Старовольский 22
 Шипинове дель Ферро 28, 29
 Шы-цзу 308
 Ши Шэнь 272—274
 Ши Юань 295, 298
- Шлезингер 162
 Шмельков П. М. 394
 Шмидт И. В. 369, 370
 Шмидт О. Ю. 369—371
 Шрейер М. 394
 Шрипати 15
 Птёффлер Н. 23
 Шуберт Ф. И. 140, 143, 149
 Шумахер Г. Х. 146, 154
 Шэнь Ко 307, 308
- Щеглов В. П. 16
- Эльви К. 167
 Энгельс Ф. 15, 59
 Эргот К. 391, 392, 394, 395
 Эри 151
 Эртель 152
 Эстикаминан 21
- Юань Цзо 290
 Юнг 159, 162
- Языков П. М. 393
 Якуб из Заселья 28
 Ян Вэй 292, 293
 Ян де Бассис 28
 Ян из Глогова 21
 Ян Полик 28
 Яо 255, 256
 Яо Шунь-фу 303